

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

SOBRE EL DISEÑO DE LA INTERACCIÓN EN UNA APLICACIÓN
EDUCATIVA DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL:
UN ESTUDIO EXPERIMENTAL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Autora: de Pedro López, Alba

Tutor: Haya Coll, Pablo Alfonso

Departamento: Ingeniería Informática

Septiembre, 2020

Agradecimientos

Este proyecto va dedicado a todas las personas que emplearon parte de su tiempo a la realización de las distintas pruebas para la evaluación y mejora de la aplicación *Blue Thinking*. Gracias por comprometeros y por ayudarme, sobre todo en aquellas partes que debían ser presenciales: sé que ha sido un gran esfuerzo dados los tiempos que corren.

Finalmente, gracias Pablo por proponerme un proyecto retador y con tanta carga de compromiso social. Me he sentido muy apoyada y ha sido un placer trabajar contigo.

Resumen

El pensamiento computacional no es aquel desarrollado únicamente por personas expertas en el ámbito de la informática. Esta competencia se relaciona con la capacidad de descomponer problemas y abstraerse de ellos, con el fin de diseñar sistemas y algoritmos y ofrecer buenas soluciones. Por otro lado, también se relaciona con la comprensión del propio comportamiento humano, haciendo uso de los fundamentos de la informática.

En las personas con trastorno del espectro del autismo, las capacidades de abstracción y de descomposición de problemas se ven mermadas. Trabajar el pensamiento computacional con estas personas les puede ayudar a desarrollar estas capacidades, así como sus funciones ejecutivas.

El uso de la tecnología dentro y fuera del aula resulta estimulante para las personas con TEA. Existen diversas aplicaciones que promueven el desarrollo del pensamiento computacional de forma básica y visual. Sin embargo, tan sólo existe una aplicación diseñada específicamente con el fin de enseñar a programar a personas dentro del espectro: *Blue Thinking*.

Pese a estar diseñada para ser usada por estas personas, y haber sido sometida a diversas pruebas, se sabe que *Blue Thinking* todavía tiene algunos aspectos de mejora en su usabilidad y accesibilidad. En el presente proyecto, se lleva a cabo

una evaluación de la aplicación, con el fin de encontrar puntos de mejora que hagan que ésta sea más eficaz y accesible para sus usuarios finales. Para evaluación se han realizado diversas pruebas. En ellas se ha contado con personas expertas en el ámbito de la informática, expertas psicopedagogas con experiencia con personas dentro del espectro, y con usuarios mayores de 60 años.

Palabras clave: Trastorno del Espectro del Autismo; autismo; TEA; evaluación; diseño; interacción; usabilidad; accesibilidad; pensamiento computacional; programación; realimentación.

Abstract

Computational thinking is not only developed by experts in the area of computing. This competence is related to the ability to decompose problems and abstract from them, in order to design systems and algorithms, and offer good solutions. On the other hand, it is also related to understanding human behavior itself, by making use of the fundamentals of computer science.

In people with autism spectrum disorder, the ability to abstract and break down problems is impaired. Working computational thinking with these people can help them to develop these abilities, as well as their executive functions.

The use of technology inside and outside the classroom is challenging for people with ASD. There are several applications that promote the development of computational thinking in a basic and visual way. However, there is only one application specifically designed to teach people on the spectrum to program: *Blue Thinking*.

Despite being designed to be used by these people, and having been subjected to various tests, it is known that *Blue Thinking* still has some aspects of improvement in its usability and accessibility. In this project, an evaluation of the application is carried out, in order to find points of improvement that make it more efficient and accessible to its end users. Various tests have been performed on experts in the area of computing, psycho-pedagogical experts with experience on people within the

spectrum, and on users over 60 years of age.

Key words: Autism Spectrum Disorder; autism; ASD; evaluation; design; interaction; usability; accessibility; computational thinking; programming; feedback.

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 15 |
| 1.1. Motivación | 15 |
| 1.2. La importancia de la usabilidad y la accesibilidad en el diseño de aplicaciones | 19 |
| 1.3. <i>Blue Thinking</i> | 22 |
| 2. Metodología | 25 |
| 2.1. Cuestiones de investigación | 25 |
| 2.2. Diseño | 26 |
| 2.2.1. <i>Thinking aloud</i> | 27 |
| 2.2.2. Cuestionario a personas expertas | 27 |
| 2.2.3. Pruebas con usuarios | 28 |
| 2.3. Participantes | 33 |
| 2.3.1. <i>Thinking aloud</i> | 33 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.3.2. | Cuestionario a personas expertas | 34 |
| 2.3.3. | Pruebas con usuarios | 34 |
| 2.4. | Materiales | 35 |
| 2.4.1. | Aplicación <i>Blue Thinking</i> | 36 |
| 2.5. | Procedimiento | 44 |
| 2.5.1. | <i>Thinking aloud</i> | 44 |
| 2.5.2. | Cuestionario a personas expertas | 45 |
| 2.5.3. | Pruebas con usuarios | 46 |
| 3. | Resultados | 52 |
| 3.1. | <i>Thinking aloud</i> | 52 |
| 3.1.1. | Personajes | 52 |
| 3.1.2. | Edición de los movimientos | 55 |
| 3.1.3. | La pantalla de edición principal | 60 |
| 3.1.4. | Edición de escenarios | 61 |
| 3.1.5. | Mejoras generales | 63 |
| 3.2. | Cuestionario a personas expertas | 64 |
| 3.3. | Pruebas con usuarios | 71 |
| 3.3.1. | Tiempos en la ejecución de las tareas | 72 |
| 3.3.2. | Tiempos en la prueba de funciones ejecutivas | 74 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.3. Número de bloques | 75 |
| 3.3.4. Número de intentos | 76 |
| 3.3.5. Número de preguntas | 78 |
| 3.3.6. Análisis de sentimientos | 80 |
| 4. Discusión | 84 |
| 4.1. <i>Thinking aloud</i> | 84 |
| 4.1.1. Personajes | 85 |
| 4.1.2. Edición de los movimientos | 86 |
| 4.1.3. La pantalla de edición principal | 88 |
| 4.1.4. Edición de escenarios | 88 |
| 4.1.5. Mejoras generales | 89 |
| 4.2. Cuestionario a personas expertas | 90 |
| 4.3. Pruebas con usuarios | 91 |
| 4.3.1. Tiempos en la ejecución de las tareas | 91 |
| 4.3.2. Tiempos en la prueba de funciones ejecutivas | 92 |
| 4.3.3. Número de bloques | 93 |
| 4.3.4. Número de intentos | 93 |
| 4.3.5. Número de preguntas | 94 |
| 4.3.6. Análisis de sentimientos | 95 |

| | |
|---|------------|
| <i>ÍNDICE GENERAL</i> | 9 |
| 4.4. Resumen | 96 |
| 5. Conclusiones y trabajo futuro | 98 |
| Anexos | 107 |
| A. Cuestionario a personas expertas | 108 |
| A.1. Descripción | 108 |
| A.2. Instrucciones | 109 |
| A.3. Preguntas | 109 |
| B. Tareas de la prueba con usuarios | 113 |
| B.1. Tareas sin <i>feedback</i> | 114 |
| B.2. Tareas con <i>feedback</i> | 117 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| 2.1. Captura de la pantalla principal del modo profesor de <i>Blue Thinking</i> | 36 |
| 2.2. Captura de la pantalla de edición de estudiante del modo profesor de <i>Blue Thinking</i> | 37 |
| 2.3. Captura de la pantalla de gestión de proyectos del modo profesor de <i>Blue Thinking</i> | 38 |
| 2.4. Captura de la pantalla de un nuevo proyecto en <i>Blue Thinking</i> | 39 |
| 2.5. Captura de la pantalla de selección de escenario de un proyecto de <i>Blue Thinking</i> | 39 |
| 2.6. Captura de la pantalla de edición de un escenario de <i>Blue Thinking</i> . | 40 |
| 2.7. Captura de la pantalla de selección de personajes de <i>Blue Thinking</i> . | 41 |
| 2.8. Captura de la pantalla de las instrucciones de una tarea de <i>Blue Thinking</i> | 41 |
| 2.9. Captura de un proyecto de <i>Blue Thinking</i> | 42 |
| 2.10. Captura de los distintos bloques que se pueden usar en <i>Blue Thinking</i> | 43 |

| | |
|---|----|
| 2.11. Diagrama que representa el flujo del experimento | 47 |
| 3.1. Captura de la pantalla de selección de personajes de <i>Blue Thinking</i> con Celestes seleccionadas | 53 |
| 3.2. Captura de la pantalla de edición principal <i>Blue Thinking</i> con varios personajes insertados al mismo tiempo. | 55 |
| 3.3. Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación <i>Blue Thin- king</i> | 56 |
| 3.4. Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación <i>Blue Thin- king</i> con la edición del número de repeticiones desplegado. | 57 |
| 3.5. Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación <i>Blue Thin- king</i> con un bocadillo de mensaje sobre un personaje. | 58 |
| 3.6. Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación <i>Blue Thin- king</i> con un bocadillo de mensaje no visible sobre un personaje. | 59 |
| 3.7. Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación <i>Blue Thin- king</i> mostrando la paleta de colores para la rejilla. | 60 |
| 3.8. Captura de la pantalla de escenarios de la aplicación <i>Blue Thinking</i> . . | 61 |
| 3.9. Captura de la pantalla de edición del fondo de un escenario de la aplicación <i>Blue Thinking</i> . Seleccionado botón de la parte izquierda. . | 62 |
| 3.10. Captura de la pantalla de edición del fondo de un escenario de la aplicación <i>Blue Thinking</i> . Seleccionado botón de la parte derecha. . . | 63 |
| 3.11. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> utilizada en el cuestionario a expertos | 65 |

| | |
|--|----|
| 3.12. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> utilizada en el cuestionario a expertos | 66 |
| 3.13. Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de cada usuario en realizar las tareas | 72 |
| 3.14. Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de cada usuario en realizar las tareas | 73 |
| 3.15. Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de cada tarea con y sin <i>feedback</i> | 74 |
| 3.16. Gráfica que muestra la relación de los tiempos en la prueba TMT y en las tareas | 75 |
| 3.17. Diagrama de caja y bigotes del número de bloques usados por cada usuario al realizar las tareas | 76 |
| 3.18. Diagrama de caja y bigotes del número de intentos al realizar cada una de las tareas | 77 |
| 3.19. Gráfica de la diferencia de intentos con y sin <i>feedback</i> | 78 |
| 3.20. Diagrama de caja y bigotes de las preguntas de cada usuario al realizar las tareas | 79 |
| 3.21. Diagramas que muestran el número de preguntas que se llevan a cabo con y sin <i>feedback</i> | 80 |
| 3.22. Gráfica de valoración de sentimientos antes de realizar las tareas . . . | 81 |
| 3.23. Gráfica de valoración de sentimientos positivos | 82 |
| 3.24. Gráfica de la valoración de sentimientos negativos | 82 |

| | |
|--|-----|
| A.1. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> utilizada en el cuestionario a expertos | 110 |
| A.2. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> utilizada en el cuestionario a expertos | 111 |
| B.1. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 1 sin <i>feedback</i> | 114 |
| B.2. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 2 sin <i>feedback</i> | 115 |
| B.3. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 3 sin <i>feedback</i> | 115 |
| B.4. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 4 sin <i>feedback</i> | 116 |
| B.5. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 5 sin <i>feedback</i> | 117 |
| B.6. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 1 con <i>feedback</i> | 118 |
| B.7. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 2 con <i>feedback</i> | 119 |
| B.8. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 3 con <i>feedback</i> | 119 |
| B.9. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 4 con <i>feedback</i> | 120 |
| B.10. Captura de la pantalla de <i>Blue Thinking</i> tarea 5 con <i>feedback</i> | 121 |

Índice de cuadros

| | |
|--|----|
| 4.1. Resumen de la discusión | 97 |
|--|----|

Capítulo 1

Introducción

En la motivación de este capítulo, se explicará qué es el pensamiento computacional, qué ventajas tiene y cómo se puede potenciar en los estudiantes; centrándose en las personas con Trastorno del Espectro Autista, de aquí en adelante TEA. A continuación, se hará un repaso de los conceptos de usabilidad y accesibilidad y de la importancia que tienen, sobre todo en las primeras fases del diseño. Para finalizar, se presentará la aplicación *Blue Thinking* como opción para trabajar el pensamiento computacional en personas con TEA.

1.1. Motivación

Es necesario que los estudiantes puedan desarrollar su pensamiento crítico y resolver problemas complejos para desenvolverse en un mundo de cambio y tecnología. El pensamiento computacional es la competencia que se relaciona con la resolución de problemas, el diseño de sistemas y algoritmos, y con entender el comportamiento humano haciendo uso de los fundamentos de la informática. Muchos expertos des-

tacan el pensamiento computacional como una competencia básica más, además de la lectura, la escritura y las matemáticas [15].

La informática, antes de enfrentarse a un problema, se plantea la dificultad para resolverlo y cuál es la mejor forma de hacerlo. Con el pensamiento computacional se desarrollan conceptos como la recursividad y el paralelismo. Éste permite desarrollar la capacidad de plantearse diferentes escenarios, para así plantear no solo las posibles soluciones a un problema, si no también medidas de prevención, corrección de errores, sincronización, protección y recuperación de información.

El desarrollo de estas competencias ayuda a desarrollar la capacidad de abstracción y de descomposición. Los diferentes niveles de abstracción ayudan a escoger la mejor representación para un problema; permitiendo ver sus similitudes con otros problemas. En muchas ocasiones, los problemas parecidos tienen soluciones parecidas y existen multitud de patrones de diseño que plantean soluciones buenas para problemas comunes. La descomposición puede ayudar a dividir grandes problemas en problemas más pequeños y sencillos, que pueden ser resueltos de forma separada [15].

El pensamiento computacional se puede extrapolar a la vida cotidiana. Cuando volvemos sobre nuestros pasos para encontrar algo perdido, usamos algoritmos de *backtracking*. Cuando tenemos que hacer diferentes tareas que pueden llevarse a cabo a la vez, usamos el paralelismo. Cuando decidimos en qué cola nos ponemos en el supermercado, estamos actuando como las colas de un sistema con múltiples servidores [15].

La mayoría de estudiantes, hoy en día, a pesar de ser “nativos digitales” por haber nacido rodeados de tecnología, no saben desarrollar sus propias herramientas ni utilizar la tecnología más allá del nivel de usuario. Si bien es cierto que se manejan

con fluidez con las tecnologías, tan sólo interactúan con ellas como usuarios, sin desarrollar sus capacidades dentro del pensamiento computacional [8].

Existen discrepancias sobre la edad a la que se debe comenzar a adquirir competencias relacionadas con el pensamiento computacional y sobre qué es lo que se debe impartir exactamente [2]. Un estudiante puede especializarse en informática y después terminar trabajando de cualquier otra cosa: no es limitante. El pensamiento computacional no se basa sólo en programar, se basa más bien en conceptualizar, lo que requiere múltiples niveles de abstracción. Se trata de una combinación entre el pensamiento matemático y el ingenieril [15].

Introducir temas sencillos de robótica y de programación por bloques en las aulas puede ser fundamental para desarrollar el pensamiento computacional de forma temprana. Esto permitiría a los estudiantes interiorizar algunos conceptos como secuencialidad, paralelismo, bucles, condicionales, eventos, operadores o variables y datos [2].

Estos temas pueden resultar alentadores para aquellos estudiantes que estén interesados en las ciencias computacionales y a su vez también ayuda a desarrollar otras capacidades, como pueden ser la creatividad y la capacidad de innovación. Permite desarrollar las habilidades necesarias para resolver problemas de forma efectiva y eficiente; y ayuda a los estudiantes a idear soluciones buenas que pueden ser tomadas para resolver problemas similares y crear algoritmos de resolución [10].

Cuando se trata de estudiantes con necesidades educativas especiales, de aquí en adelante NEE, las tecnologías se han convertido en aliadas fundamentales. En los últimos años, la tecnología se ha vuelto más accesible para estas personas y, en muchos casos, se ha vuelto indispensable; dado que les puede brindar autonomía e independencia. La tecnología puede ayudar a minimizar las barreras que se

encuentran estas personas, tanto dentro como fuera del aula.

En el caso de personas con NEE, el pensamiento computacional también puede ayudar a su desarrollo cognitivo y de sus funciones ejecutivas. Ya que no se basa únicamente en saber programar, está abierto a cualquier persona. También ayuda a los estudiantes a identificar y resolver problemas a partir de la abstracción y descomposición de los mismos. Además, potencia la capacidad de creación y de innovación. La tecnología suele ser atractiva de usar, por lo que también motiva a los estudiantes.

Este proyecto se centra en un grupo concreto de personas con NEE: las personas con TEA. En su caso, estas capacidades de abstracción y de descomposición se ven especialmente mermadas. El diseño y la elaboración de una serie de pasos ordenados para llegar a una solución, puede ayudar a estas personas a desarrollar estas capacidades a partir de la práctica del pensamiento computacional.

El uso de la tecnología dentro del aula también resulta mucho más motivador para las personas con TEA que cualquier método tradicional de enseñanza. Estas personas necesitan estímulos audiovisuales para un mejor aprendizaje. Gracias a estos medios, el personal docente puede favorecer el aprendizaje de los estudiantes mediante una estimulación multisensorial adaptándose a sus NEE [9].

Existen diversas aplicaciones para desarrollar las competencias en pensamiento computacional. Estas se utilizan a partir de los cursos de educación primaria y se basan en enseñar programación de forma sencilla y visual a los estudiantes. Algunas de estas aplicaciones son: *Scratch*, *ScratchJr*, *LOGO* o *Zowi*. Sin embargo, estas aplicaciones no están diseñadas ni adaptadas para personas con TEA. Existe una única aplicación, denominada *Blue Thinking*, que tiene como fin la promoción y enseñanza del pensamiento computacional en personas con TEA.

1.2. La importancia de la usabilidad y la accesibilidad en el diseño de aplicaciones

Cualquier aplicación orientada a personas con TEA debe tener en cuenta las necesidades que tienen estas personas a la hora de interaccionar con una aplicación, además de ser usable y accesible para ellas. Los conceptos de accesibilidad y usabilidad a menudo se confunden. La usabilidad se refiere a que la efectividad y eficiencia de los diseños sean satisfactorias. Por otro lado, la accesibilidad se refiere a que todos los usuarios sean capaces de obtener una experiencia similar utilizando la misma aplicación, independientemente de sus posibles limitaciones [14]. En ocasiones se comete el error de relacionar el concepto de usabilidad únicamente con personas con algún tipo de diversidad funcional, pero todas las personas pueden tener algún tipo de barrera a la hora de interaccionar con la tecnología.

Cuando una aplicación no se diseña teniendo en cuenta los principios de usabilidad y la accesibilidad para sus usuarios finales, puede causar en ellos frustración, uso inadecuado y conductas no deseadas. Si una aplicación para personas con TEA no tiene en cuenta las necesidades de sus usuarios finales, puede no cumplir su fin y dejar de ser usada por los mismos.

Algunos países cuentan con leyes específicas que obligan a los diseñadores y desarrolladores a tener en cuenta la accesibilidad en sus diseños, para así evitar la exclusión de aquellas personas que puedan tener ciertas dificultades. La Unión Europea cuenta con una legislación específica para evitar este tipo de discriminaciones [1].

Para que una aplicación pueda ser utilizada por el máximo número de personas, se debe pensar en un diseño universal. El diseño universal es el diseño de productos

y entornos para que sean utilizables por todas las personas, en la mayor medida posible, sin la necesidad de adaptación o diseño especializado [3].

Para la elaboración de un diseño universal se deben seguir los siguientes pasos [3]:

- Identificar el ámbito y el entorno de la aplicación.
- Conocer a la población en general y a los usuarios potenciales de la aplicación.
- Involucrar a los usuarios potenciales en la fases de diseño, desarrollo, implementación y evaluación del producto para conocer su perspectiva del mismo.
- Seguir las pautas y estándares de diseño.
- Planificar las adaptaciones y desarrollar procesos para atender a las solicitudes de las mismas.
- Brindar apoyo continuo a las partes interesadas y compartir objetivos institucionales que tengan en cuenta la diversidad y la inclusión.
- Evaluar la aplicación de forma constante, incluyendo medidas de diseño universales y teniendo métodos de recopilación de comentarios e información de los usuarios.

Las principales posibles barreras a tener en cuenta en el ámbito de la accesibilidad son: los problemas visuales, auditivos, motrices, posibles ataques o convulsiones provocados por luces o parpadeos y dificultades en el aprendizaje [1]. Las personas con TEA se encuentran con diversas barreras y dificultades a la hora de interactuar con una aplicación: un inadecuado tamaño y contraste de los elementos de la interfaz de usuario; una sobreestimulación o falta de estimulación por parte de la aplicación;

una alta complejidad en el esquema de la aplicación; la falta de consistencia de los elementos; la falta de realimentación y la falta de personalización y adaptación [7].

Cuando se diseña una aplicación para unos usuarios objetivo concretos, se debe tener en cuenta su opinión en la usabilidad y en la accesibilidad de la misma a la hora de diseñarla. Todo diseño de una aplicación orientada para ser usada por personas con TEA debe ser guiado por expertos en el ámbito.

Sin embargo, no basta con realizar un diseño teniendo en cuenta los posibles problemas de usabilidad y accesibilidad que puedan tener los usuarios. Se requiere de pruebas específicas donde los usuarios finales interaccionen con la aplicación para validarla y para encontrar posibles errores o puntos de mejora de la misma. En algunos casos resulta complicado acceder a los usuarios finales y validar el producto con ellos. En estos casos se puede contar con otro tipo de usuarios que tengan un perfil parecido y interaccionen con la interfaz de usuario de una forma similar. Cuando se encuentran posibles puntos de mejora, dependiendo de la importancia de los mismos, se puede realizar un rediseño de la aplicación y repetir las pruebas. Es importante validar la interfaz de usuario en las primeras fases del desarrollo de la aplicación ya que, en fases tardías, puede resultar más complicado y costoso realizar estos cambios.

Existen diversas técnicas que ofrecen un enfoque temprano y rápido de la usabilidad de una aplicación. De esta forma, se trata de minimizar el coste económico y temporal que supone el rediseño y la reimplementación de una aplicación. La creación de prototipos en papel, la elaboración de evaluaciones heurísticas o las pruebas con cinco participantes, son algunos ejemplos [6]. El coste de estas pruebas es muy reducido frente al beneficio que puede suponer el encontrar ciertos errores o deficiencias dentro de la usabilidad en las fases tempranas del proyecto.

1.3. *Blue Thinking*

Blue Thinking es un proyecto de la Fundación Orange, la Universidad Rey Juan Carlos y el proyecto Alenta. Está basada en *ScratchJr* y está especialmente adaptada cognitivamente para personas con TEA. Con la aplicación, las personas con TEA pueden aprender los principales conceptos de programación ejercitando su pensamiento computacional para fortalecer sus funciones ejecutivas [11].

Las funciones ejecutivas juegan un papel esencial en la independencia, la autonomía y los procesos de autodeterminación y regulación de la propia persona. *Blue Thinking* es una aplicación muy visual y adaptada cognitivamente para estas personas. Pretende ser una herramienta motivadora y efectiva para abordar las necesidades más importantes de las personas con TEA, el desarrollo de sus funciones ejecutivas, con el fin de mejorar su calidad de vida.

Pese a la existencia de otras aplicaciones para enseñar programación basada en bloques, la adaptación de las mismas es fundamental. A la hora de diseñar cualquier producto, se debe pensar en la finalidad del mismo. En el caso del desarrollo de aplicaciones, la finalidad de las mismas es ser útil para los usuarios objetivo. Por ello, se debe tener en cuenta el perfil de los usuarios finales desde las primeras fases del diseño de las aplicaciones. *Blue Thinking* se ideó y se diseñó desde una primera instancia para estas personas.

A diferencia de otras aplicaciones, con *Blue Thinking* el profesor puede personalizar algunos aspectos de la aplicación en función del estudiante; como por ejemplo, la realimentación que se le brinda al usuario. La aplicación ha sido probada con sus usuarios objetivo en la Asociación Astrade de Murcia y en la Asociación Autismo Burgos.

El objetivo de estas pruebas ha sido encontrar posibles mejoras y cambios para que la aplicación sea más eficaz y accesible para las personas con TEA. En la primera, se llevaron a cabo tareas bastante sencillas, teniendo en cuenta que los usuarios ya habían trabajado con *ScratchJr* y con otras tecnologías similares. En la segunda, se llevaron a cabo talleres más complejos. De estas pruebas se sacaron diversas ideas y mejoras de la aplicación que más adelante se implementaron. [11].

Pese a la ayuda de expertos en TEA con la que cuenta el proyecto de *Blue Thinking* y a las pruebas que se han realizado, se sabe que aún hay puntos de la aplicación que se pueden mejorar. Este proyecto busca evaluar la aplicación *Blue Thinking*. Se pretende buscar aspectos en los que la aplicación pueda mejorar para una futura evaluación e implementación de estos los mismos.

Para este proyecto, se busca evaluar la aplicación a partir de una visión global, por ello se plantean varias pruebas y evaluaciones con distintos participantes:

- Una evaluación *thinking aloud* con expertos en el ámbito de la Ingeniería Informática para obtener una primera evaluación global de la aplicación.
- Entrevistas a personas expertas en TEA para obtener su opinión tras haber detectado diversos aspectos de mejora de la aplicación.
- Pruebas con usuarios que se enfrentarán a tareas con y sin *feedback* por parte de la aplicación con el objetivo de ver cómo éste afecta en la ejecución. En esta prueba, también se quiere observar si la aplicación es fácil de aprender a manejar y si los usuarios se encuentran con alguna dificultad en su interacción.

En esta memoria se presenta, en primer lugar, la metodología que se ha seguido a la hora de llevar a cabo las distintas evaluaciones. En este capítulo, se explican las cuestiones que se tratan de responder, el diseño de las pruebas, los participantes,

los materiales, y el procedimiento que se ha seguido con cada una de ellas. Una vez descrita la metodología, se procede a la exposición y posterior discusión de los resultados de las pruebas. Finalmente, se aportan las conclusiones sacadas a partir de la discusión de los resultados y se ofrecen algunas futuras líneas de trabajo.

Capítulo 2

Metodología

En este capítulo, se expondrán, en primer lugar, las cuestiones de investigación que se pretenden responder con la elaboración de estos experimentos. A continuación, se expondrá el diseño de las pruebas, se describirá a los participantes, así como el material utilizado en cada parte de los experimentos y, finalmente se describirá el procedimiento que se ha seguido con cada una las pruebas y de los participantes.

2.1. Cuestiones de investigación

En esta sección, se plantean diferentes cuestiones sobre la aplicación *Blue Thinking* que se pretenden responder en este proyecto. Éstas tienen que ver con su usabilidad y su accesibilidad teniendo en cuenta el perfil de sus usuarios finales.

Con la elaboración de las pruebas de este proyecto se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Está adaptada la aplicación *Blue Thinking* para personas con TEA?

- ¿Qué aspectos de la aplicación se podrían mejorar para satisfacer un diseño universal?
- ¿Cómo influye el *feedback* de la aplicación en los usuarios?
 - ¿Tardan menos tiempo en hacer las tareas con o sin *feedback*?
 - ¿Se confunden menos veces con o sin *feedback*?
 - ¿El *feedback* que da la aplicación es adecuado?
- ¿Es intuitiva y fácil de aprender a manejar?
- ¿Es tan personalizable como se desearía?

2.2. Diseño

Para la evaluación de la aplicación *Blue Thinking* se diseñan tres pruebas. Primeramente, se quería llevar a cabo una toma de contacto y una evaluación general de la aplicación. Para ello, se planteó una prueba *Thinking aloud* que realizarían personas expertas en el ámbito de la ingeniería informática. En estas pruebas, ya se verían algunas carencias de la aplicación que podían servir de apoyo para la preparación y el diseño del resto de pruebas.

Dado que la primera prueba está orientada a expertos en el ámbito de la ingeniería informática, faltaría un componente fundamental: una evaluación apoyada por personas expertas en TEA. Por ello, se planteó la posibilidad de entrevistar a expertos en TEA a partir de un cuestionario.

Finalmente, tras conocer la opinión y evaluación de los expertos, el último experimento trata de evaluar la aplicación a partir de la interacción de usuarios con la misma.

2.2.1. *Thinking aloud*

Como ya se ha citado, esta prueba está orientada a que personas expertas en el ámbito de la ingeniería informática evalúen la aplicación. Estas personas tendrán un desconocimiento total de esta aplicación, por lo que se prepara una breve explicación de un máximo de 10 minutos del funcionamiento de la aplicación y de los distintos menús y acciones que se pueden llevar a cabo.

Una vez introducida la aplicación, se quiere que los expertos naveguen libremente por la aplicación haciendo un *thinking aloud*, es decir, comentando todo lo que piensan y observan de la aplicación mientras interactúan con la misma. Es posible que durante la evaluación a los expertos les surjan dudas, por lo que habrá una persona que, además de apuntar todos los comentarios que la persona experta haga durante la prueba, conteste y apunte las dudas que tengan.

Los comentarios de cada uno de los participantes serán procesados y agrupados. Finalmente, como resultado de esta prueba, se elaborará una lista de posibles mejoras de la aplicación basándose en los mismos.

2.2.2. Cuestionario a personas expertas

Con el objetivo de contar con el conocimiento y la opinión de personas expertas en TEA, se diseñó un cuestionario elaborado teniendo en cuenta los resultados de la primera prueba y toda la revisión de la literatura llevada a cabo en el Trabajo Fin de Máster del Máster en Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (i2-TIC) [7].

En algunas ocasiones, se elaboran cuestionarios muy extensos que la gente no rellena por falta de motivación o de tiempo para hacerlo. Por ello, la longitud del

cuestionario debe ser suficientemente larga como para obtener toda la información que se requiere, pero tampoco puede ser muy extensa para facilitar su cumplimentación.

El cuestionario deberá llevarse acabo en una plataforma conocida y debe ser sencillo de cumplimentar, para facilitarle la labor a la persona entrevistada. Es por esto que se llevará acabo en la plataforma *Google Forms*. Además, con esta plataforma se puede obtener un enlace para poder compartir la encuesta de una forma sencilla. Utilizando este enlace, el formulario se enviará a contactos conocidos y se le dará difusión por redes sociales para que llegue a más personas expertas en TEA.

Finalmente, se analizarán y procesarán las respuestas a cada una de las preguntas, dando lugar a una única pregunta completa que aúne las respuestas de todas las personas expertas entrevistadas.

2.2.3. Pruebas con usuarios

El objetivo de este experimento es evaluar la aplicación *Blue Thinking* a partir de la interacción con usuarios. Dada la imposibilidad de realizar estas pruebas directamente con los usuarios finales, personas con TEA, primeramente se planteó esta prueba con niños y niñas de primaria en un colegio. Para ello se comenzaron a diseñar las tareas orientadas a estos niños, así como a implementar una serie de *logs* que generaría la aplicación para poder hacer varias pruebas de forma simultánea en una clase. Estos *logs* serían posteriormente analizados teniendo en cuenta los tiempos, los movimientos realizados, los bloques usados para resolver las tareas, los intentos, etc. Sin embargo, la suspensión de las clases presenciales debido a la situación internacional, hizo inviable la realización de estas pruebas.

De igual forma, para completar la evaluación, se quisieron hacer pruebas con

usuarios. Éstos usuarios no podían ser personas con TEA ni tampoco niños, pero debían ser personas que supieran manejar dispositivos táctiles sin necesidad de tener destreza con los mismos, Además no debían ser expertos en tecnologías ni tener nociones de programación. Por ello, se pensó en personas mayores de 60 años como usuarios para participar en este experimento.

De esta forma, se cambió por completo el planteamiento inicial del experimento y se diseñaría una prueba para que personas mayores de 60 años interaccionaran con la aplicación. Para ello, los usuarios deberán realizar las tareas que se describen en el anexo B.

Según Camila Cavendish, el 75 % de las personas estadounidenses entorno a los setenta y cinco años de edad, no padece ningún problema de visión, auditivo ni cognitivo. Es decir, son personas que están totalmente capacitadas y podrían realizar muchos trabajos y dedicar su tiempo a la sociedad, no personas ya jubiladas y alejadas del mundo laboral. Solo una persona de cada seis sufre demencia, pero en nuestra sociedad aunamos en un mismo colectivo de personas mayores a todas aquellas que tienen más de setenta años [4].

Dados los procesos en los que están involucrados las funciones ejecutivas, resulta complicado medir tan sólo un aspecto de las mismas. Sin embargo, existen numerosas pruebas neuropsicológicas para evaluar las funciones ejecutivas en personas adultas mayores. Dichas pruebas varían dependiendo del dominio que se quiera evaluar [5]. Con el fin de evaluar las funciones ejecutivas del usuario, se barajaron varias pruebas:

- ***The Clock Drawing Test:*** se trata de un *test* que trata de medir la demencia que padece una persona. En esta prueba se le puede dar al usuario una hoja en blanco para que dibuje el reloj en una primera instancia, o bien entregarle la hoja con el reloj ya dibujado o impreso. En el núcleo de la prueba se le pide

al usuario que marque una serie de horas. Existen varias formas de validar y puntuar las funciones ejecutivas del usuario realizando esta prueba. En general, al finalizar la prueba se debe validar que se ha dibujado correctamente el reloj, con el 12, 3, 6 y 9 en las posiciones correctas y un espacio más o menos igual entre los diferentes números. Finalmente se valida si las horas están indicadas de forma correcta con las manecillas del reloj [12].

- ***Wisconsin Card Sorting Test (WCST)***: en psicología existen multitud de pruebas y diagnósticos que se apoyan en la ordenación de diferentes tipos de cartas. En este caso, el usuario debe clasificar una baraja de cartas siguiendo diferentes criterios. Cada carta puede ser clasificada de formas distintas: por color, por palo o por número. El usuario tiene la baraja y va cogiendo carta a carta, comenzando a clasificarlas según uno de los criterios citados. Cada diez cartas clasificadas se le cambia el criterio de ordenación. Este cambio implica que cuando el usuario ha interiorizado el criterio de ordenación, éste cambia obligándole a poner más atención para no cometer fallos. La evaluación tiene en cuenta los errores, los cuales suelen ser frecuentes, sobre todo justo cuando se acaba de cambiar la regla de ordenación. Con esta prueba, se puede ver también la adaptación al cambio que tiene el usuario [16].
- ***Trail Making Test (TMT)***: este test contiene dos partes con veinticinco y veintiséis círculos cada una. En la primera parte, los círculos se encuentran numerados, del 1 al 25, y el usuario debe unirlos con líneas en orden ascendente, comenzando por el círculo que contiene el número 1. La segunda parte contiene trece círculos con números, del 1 al 13, y otros trece con letras, de la A a la L. En este caso el usuario debe unir cada número con una letra y cada letra a su vez con el siguiente número de forma ascendente y en orden alfabético, i.e., “1-A-2-B-3-C”. Para evaluar las funciones ejecutivas del usuario, se debe

cronometrar el tiempo que tarda la persona en completar de forma correcta cada una de las partes [13].

Teniendo en cuenta la situación en la que se han llevado a cabo los experimentos, se precisaba de un *test* que fuera sencillo de realizar, que fuera fiable, rápido y que no precisara de mucho material. Fue por estos motivos por los que finalmente se escogió el *TMT*, dado que tan solo precisaba de las plantillas de la prueba impresas, un bolígrafo y un cronómetro para la evaluación de los tiempos.

No todas las personas mayores de 60 años tienen las mismas capacidades; por ello, para fijar un punto de partida igual para todas las personas, al comienzo de la prueba, todos pasan el test de funciones ejecutivas TMT.

Entre otras cosas, dada la importancia que tiene en las aplicaciones orientadas a personas con TEA, se quiere evaluar el *feedback* que la aplicación le da al usuario. Para ello, se elaborarían tareas con y sin realimentación, para ver cómo influye la realimentación en la cumplimentación de las distintas tareas.

Para la prueba, se selecciona una muestra de adultos mayores de 60 años balanceada en el género. Las variables que se tienen en cuenta en esta prueba son las siguientes:

- Variables demográficas:
 - Edad.
 - Género.
 - Nivel de educación.
 - Experiencia con pantallas táctiles.
 - Experiencia con dispositivos *tablet*.

- Nociones de programación.
- Nociones de programación por bloques.
- Variables independientes:
 - Con *feedback*.
 - Sin *feedback*.
- Variables dependientes:
 - Tareas completadas con éxito.
 - Tiempo requerido para completar cada tarea.
 - Número de bloques usados para completar cada tarea.
 - Número de intentos realizados para completar la tarea, los cuáles se corresponden al número de veces que el usuario le da al botón de *play*.
 - Número de preguntas realizadas.

También se quiere evaluar cómo se siente el usuario cuando interacciona con la aplicación. Para ello, se plantean tres cuestionarios de sentimientos. El primero se lleva a cabo antes de conocer y utilizar la aplicación, para saber la predisposición que tiene el usuario a la prueba. Los otros dos se realizan después de cada bloque de tareas con y sin realimentación, para saber cómo se ha sentido la persona tras haber interactuado con la aplicación.

Se realiza un diseño con medidas repetidas de manera que cada participante realizará las dos condiciones experimentales: con *feedback* y sin *feedback*. Este diseño tiene la ventaja de que aumentar el número de participantes en cada una de las condiciones experimentales, y de controlar las diferencias individuales ya que al ser la misma persona que se enfrenta a las dos condiciones se puede deducir que los

cambios son debidos a los cambios definidos en el experimento. Como desventaja se puede producir un efecto aprendizaje de manera que la participación en la segunda prueba se vea condicionada por el hecho de haber pasado por la primera. Para paliar esta situación, se pensó en dejar pasar al menos una semana entre prueba y prueba. Sin embargo, dada la situación actual, y la dificultad para encontrar participantes, no ha sido viable contar con este tiempo intermedio.

Antes de que el usuario se enfrente a las tareas propuestas, dado que tiene un total desconocimiento de la aplicación *Blue Thinking*, se le da un repaso por los diferentes elementos que deberá utilizar y cómo usarlos. Las tareas tienen una dificultad incremental, y existe un paralelismo entre las tareas con y sin *feedback*.

2.3. Participantes

En este apartado se presentan los perfiles de los participantes que han llevado a cabo cada una de las tres pruebas. Se han buscado personas con perfiles muy diferentes, en función de la finalidad de las distintas pruebas.

2.3.1. *Thinking aloud*

Estas pruebas se llevaron a cabo con seis personas voluntarias con experiencia y habituados a este tipo de entornos. Todas ellas con estudios relacionados con la Ingeniería Informática y al menos un año de experiencia laboral.

2.3.2. Cuestionario a personas expertas

El formulario fue distribuido a través de contactos y de redes sociales con el fin de encontrar personas con un perfil técnico o psicopedagógico y con experiencia dentro del ámbito del TEA . En total se recogieron dieciséis respuestas, en su mayoría, un 87,5 %, de personas con un perfil psicopedagógico. El 62,7 % tenían diez o más años de experiencia en su profesión y el 69 %, cinco o más años de experiencia trabajando en el área de TEA.

2.3.3. Pruebas con usuarios

De forma ideal, los usuarios de estas pruebas deberían haber sido personas con TEA. Dada la imposibilidad de realizar estas pruebas con los usuarios finales, en un principio los participantes de esta prueba iban a ser niños y niñas de primaria y en el ámbito escolar. Finalmente, como ya se ha citado, dada la situación, estas pruebas tuvieron que ser rediseñadas. Los participantes de estas pruebas han sido cinco usuarios mayores de 60 años. En un principio, se quería haber llegado a un mínimo de diez participantes, pero esto no ha sido posible.

El usuario de menor edad tenía 61 años y el de mayor edad 73. La muestra está balanceada en el sexo. Todos los usuarios son licenciados y usan sus dispositivos móviles regularmente. La mitad están habituados al uso de *tablets*. Ningún usuario tenía nociones de programación ni conocía ninguna tecnología de programación por bloques, por lo que las tareas de la prueba eran totalmente nuevas para ellos.

2.4. Materiales

En este apartado se describen los materiales y herramientas utilizadas para la elaboración de cada una de las partes de los experimentos.

- **Cuestionarios:** los cuestionarios llevados a cabo han sido de: los expertos en TEA, el perfil personal de los usuarios y el análisis de sentimientos. Para todos ellos, se ha utilizado la herramienta *Google Forms* dada su sencillez de uso tanto para crear un formulario como para compartirlo y que el usuario pueda rellenarlo desde el ordenador o desde cualquier dispositivo móvil a través de un simple enlace.
- **Recolección de datos:** dado que los datos de los cuestionarios fueron recogidos en *Google Forms*, y dada la facilidad que brinda esta aplicación para volcar los datos obtenidos en una hoja de cálculo dentro del mismo *Google Drive*, el resto de datos también se recogieron utilizando *Google Sheets*. De esta forma, fue más sencilla la unión de todos los datos recogidos tanto en los formularios como en las propias pruebas en una sola hoja de cálculo para su posterior análisis.
- **Prueba de funciones ejecutivas:** para la realización de esta prueba se imprimieron las plantillas de la prueba del Trail Making Test (TMT) [13], de la parte A y B con sus respectivos ejemplos. De esta forma, los usuarios pudieron realizar el test con papel y bolígrafo.
- **Puebas con *Blue Thinking*:** para la elaboración de las pruebas de *thinking aloud* y con personas mayores de 60 años, se utilizó un dispositivo iPad con la aplicación *Blue Thinking* ya instalada.

2.4.1. Aplicación *Blue Thinking*

En esta sección se describe el funcionamiento y las distintas partes de la aplicación *Blue Thinking*. Es una aplicación accesible para que personas con TEA puedan aprender programación por bloques, desarrollando así su pensamiento computacional y sus funciones ejecutivas. [11].

La aplicación consta de dos partes muy diferenciadas dependiendo del rol del usuario: profesor o estudiante. El profesor puede crear proyectos con tareas para los distintos estudiantes. En la figura 2.1 se ven dos estudiantes. Desde aquí se pueden añadir más, editar los existentes, eliminarlos o entrar en su configuración.

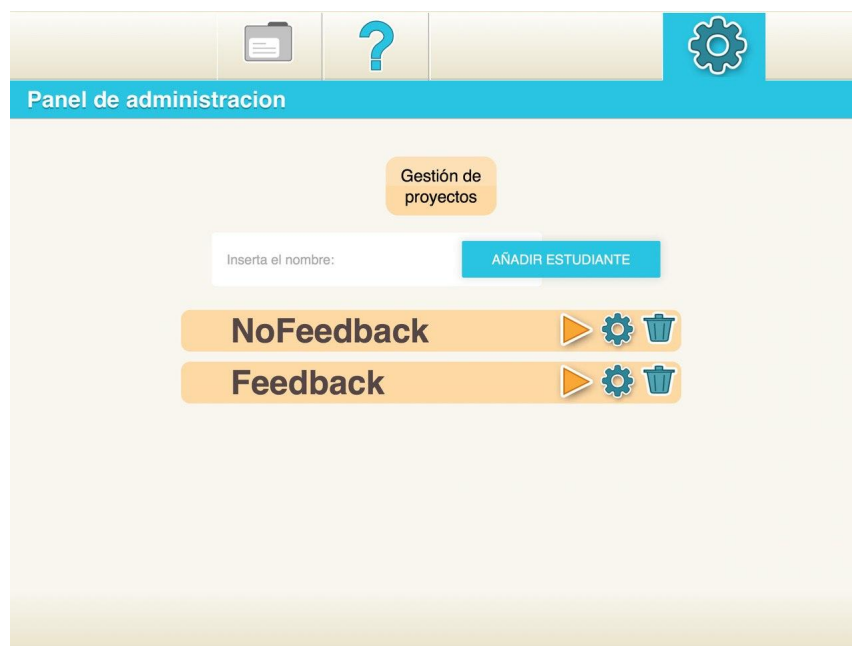


Figura 2.1: Captura de la pantalla principal del modo profesor de *Blue Thinking*

Cada estudiante tiene acceso a las tareas que el profesor le ha adjudicado. Además, el profesor puede personalizar el *feedback* y las ayudas que la aplicación le da a cada estudiante.



Figura 2.2: Captura de la pantalla de edición de estudiante del modo profesor de *Blue Thinking*

El profesor también puede gestionar proyectos. Puede crear, editar y eliminarlos. De esta forma puede generar distintas tareas de niveles diferentes de dificultad para cada uno de sus estudiantes.

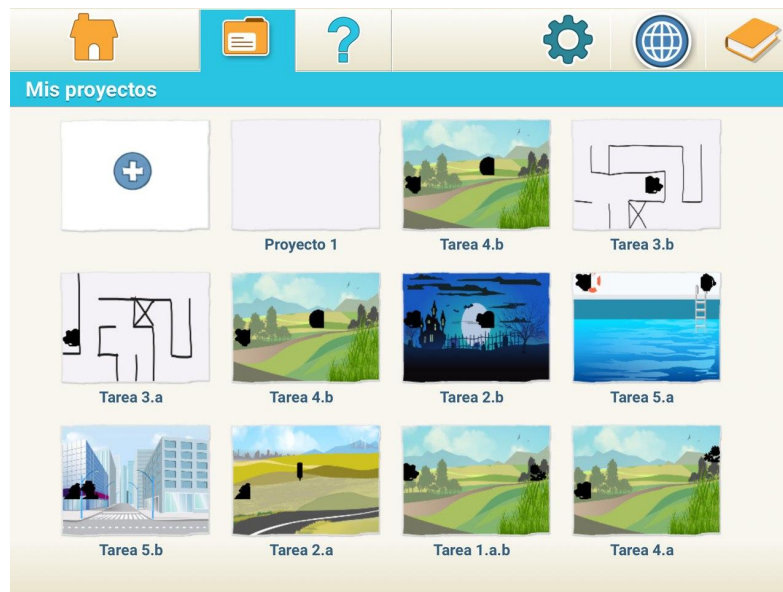


Figura 2.3: Captura de la pantalla de gestión de proyectos del modo profesor de *Blue Thinking*

Los proyectos comienzan siendo lienzos vacíos, donde el profesor puede, a partir del menú de la izquierda que se muestra en la figura 2.4, crear varios escenarios, seleccionar el fondo del escenario y añadir personajes con los que interaccionar con cada botón, respectivamente.

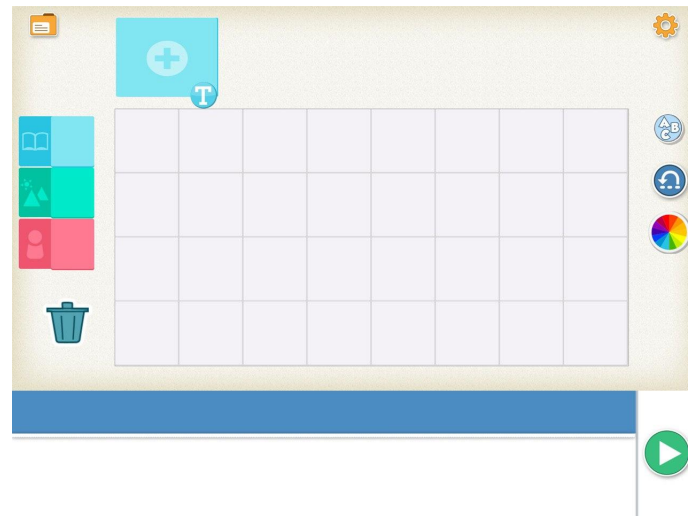


Figura 2.4: Captura de la pantalla de un nuevo proyecto en *Blue Thinking*

A continuación, se muestra la pantalla de selección de los distintos escenarios. Además de los de la parte inferior, que son los que ya están predefinidos por la aplicación, se pueden crear nuevos de cero o a partir de alguna imagen.

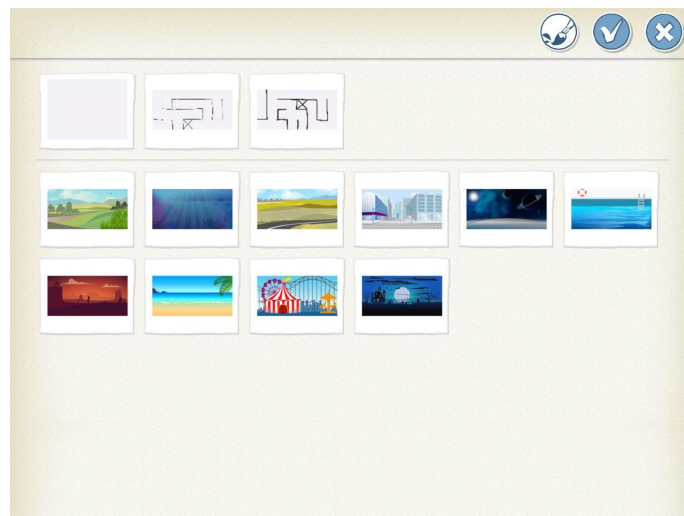


Figura 2.5: Captura de la pantalla de selección de escenario de un proyecto de *Blue Thinking*

La pantalla de la figura muestra la pantalla de edición de un escenario, donde el usuario puede customizar el fondo como desee. En ella se puede dibujar, colorear, copiar, pegar, insertar imágenes, insertar fotos, etc.

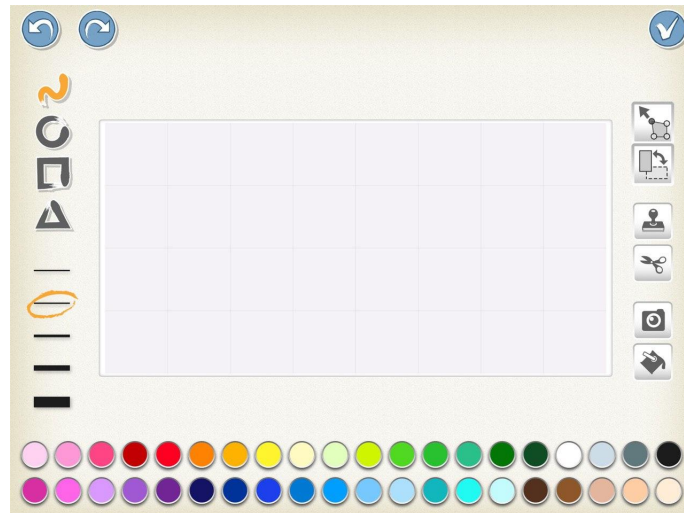


Figura 2.6: Captura de la pantalla de edición de un escenario de *Blue Thinking*

Blue Thinking tiene varios personajes que se pueden utilizar en los distintos escenarios de los proyectos que se creen. Es con estos personajes con los que los usuarios pueden interaccionar para ordenarles acciones mediante programación por bloques. En la parte superior, aparecen los personajes que ya han sido introducidos en el escenario; y en la parte inferior, los que están disponibles para ser añadidos.

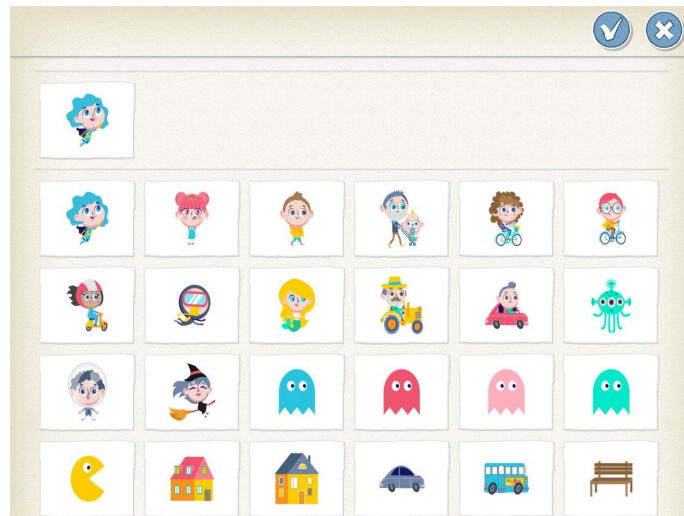


Figura 2.7: Captura de la pantalla de selección de personajes de *Blue Thinking*

En la parte superior de la pantalla del proyecto, se pueden añadir las instrucciones para que el estudiante complete la tarea de dicho proyecto. Estas instrucciones pueden estar descritas con pictogramas y/o escritas por el profesor.

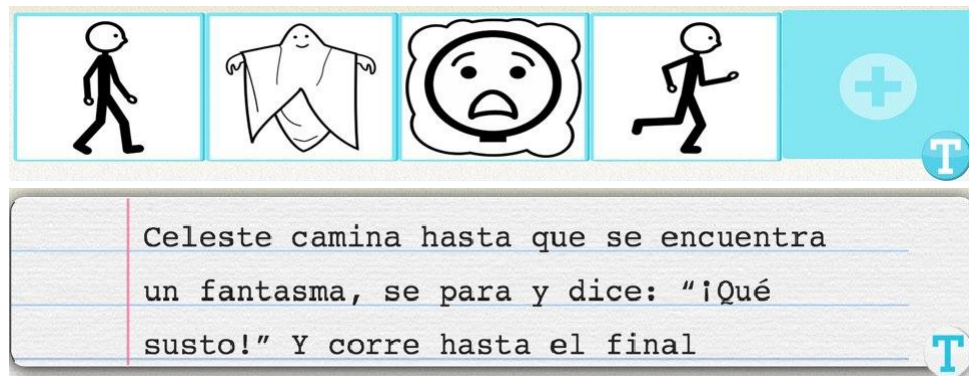
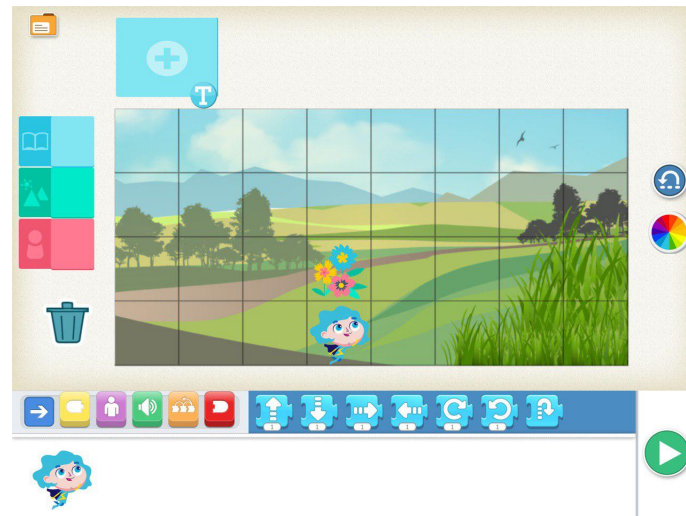


Figura 2.8: Captura de la pantalla de las instrucciones de una tarea de *Blue Thinking*

En la figura 2.9, se muestra una pantalla con dos personajes: la muñeca, que se llama Celeste, y las flores. En la parte inferior izquierda de la imagen, se ve qué elemento está seleccionado: en este caso es Celeste.

Figura 2.9: Captura de un proyecto de *Blue Thinking*

Cuando un elemento del escenario está seleccionado, se le pueden ordenar acciones arrastrando los bloques al panel de edición que se encuentra en la parte inferior. En la línea de los bloques, en la parte izquierda hay un menú, que divide los bloques por los tipos de acciones que representan; y en la derecha, están los distintos bloques del menú seleccionado. Cada bloque indica la acción que representa a partir de su imagen. En caso de duda, también se puede visualizar una etiqueta si se pulsa ese bloque.

A continuación, en la figura 2.10, se muestran los distintos menús de acciones con los bloques dentro de los mismos. Los bloques azules están relacionados con el movimiento propio del personaje. Algunos de ellos tienen un número en la parte de inferior: esto indica que se puede modificar el número de repeticiones. Los bloques amarillos solo se pueden utilizar al principio de una cadena de bloques, ya que son disparadores que activan las acciones que estén detrás. Los bloques morados son acciones que el personaje puede realizar sin moverse como hablar, aumentar y disminuir su tamaño y desaparecer y aparecer. En los bloques verdes, se pueden

añadir distintos audios para que suenen como una acción más. Los bloques amarillos son para esperar un tiempo determinado, parar, fijar una velocidad o repetir una serie de acciones que se encuentren dentro del último bloque. Finalmente, el bloque rojo es el bloque objetivo que solo se puede colocar al final de la cadena de bloques.



Figura 2.10: Captura de los distintos bloques que se pueden usar en *Blue Thinking*

El estudiante puede acceder a los proyectos que tiene asignados por su profesor. En ellos deberá llevar a cabo distintas tareas. Para la consecución de las mismas, programará los distintos elementos del escenario construyendo cadenas de bloques con las acciones necesarias. Cuando ya se ha construido una cadena de bloques, el usuario puede darle al botón de *play* que se ve en la parte inferior derecha de la figura 2.9. Una vez se le da al *play*, los distintos elementos de la escena llevarán a cabo las acciones que se les ha ordenado. Se puede parar la ejecución en todo momento volviendo a darle al mismo botón, que al darle al *play* torna en un botón de *stop* y viceversa.

2.5. Procedimiento

En este apartado se describen los procedimientos que se han seguido en cada uno de los experimentos llevados a cabo.

2.5.1. *Thinking aloud*

Se realizaron una serie de pruebas de *Think Aloud*. En estas pruebas el usuario expresa en voz alta qué le gusta de la aplicación, qué no, qué le resulta más difícil o más fácil; en definitiva, todo lo que piensa y se le pasa por la mente en su experiencia usando la aplicación.

A cada usuario se le dio una breve descripción de 10 minutos de los distintos menús y acciones que podía llevar a cabo y se le dejó la aplicación para utilizarla libremente. Durante la interacción con la aplicación, el usuario podía hacer todas las preguntas que deseara y debía comentar en voz alta todo aquello que observaba de la aplicación. Cada Usuario estuvo 30 minutos realizando esta prueba.

Tras tomar nota de todos los comentarios que realizaron sobre la aplicación cada una de las personas que participó en esta prueba, se dividieron todos los comentarios por secciones dentro de la aplicación. Una vez divididos de esta forma, se eliminaron los duplicados, es decir, aquellos comentarios que expresaban exactamente una misma opinión. También se agruparon en uno sólo aquellos comentarios que, sin ser idénticos, se podían complementar.

Finalmente, se elaboró la redacción de los aspectos de mejora de la aplicación *Blue Thinking* según los usuarios de esta prueba. Algunas situaciones que dieron lugar a ciertos comentarios por parte de los usuarios se reprodujeron más adelante

y se realizaron capturas de pantalla. Estas capturas sirven como apoyo visual para una mayor comprensión de los aspectos a mejorar de la aplicación. Dichos aspectos y capturas se encuentran reflejados en el capítulo 3 de esta memoria.

2.5.2. Cuestionario a personas expertas

Para este punto se elaboró un cuestionario a través de la herramienta *Google Forms*, para recoger la opinión de expertos en el ámbito del TEA. Dicho cuestionario consta de tres partes:

- Perfilado de la persona encuestada: consta de una serie de preguntas sobre la profesión y experiencia de la persona.
- Preguntas generales: una batería de preguntas generales sobre aspectos relacionados con la usabilidad de aplicaciones para personas con TEA.
- Preguntas específicas: una serie de cuestiones más específicas sobre aspectos concretos del diseño de *Blue Thinking*

En esta memoria solo se reflejarán los resultados de la tercera parte: las preguntas específicas sobre la aplicación *Blue Thinking*. Las respuestas a las preguntas generales se encuentran en el capítulo 3. Marco Teórico de la memoria elaborada como Trabajo Fin de Máster del Máster en Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (i2-TIC) [7].

A las personas que rellenan el cuestionario se les solicita que contesten a las preguntas de forma detallada, diferenciando sus respuestas si éstas pueden variar dependiendo del nivel de TEA del usuario. De esta forma, la mayoría de las respuestas son extensas y precisas.

Una vez recogidas las respuestas, se procedió al análisis y síntesis de las mismas. Se agruparon primeramente aquellas respuestas que eran similares para no repetir ninguna idea. A continuación, se sacaron aquellas ideas que eran menos comunes pero que, igualmente, aportan valor. También se contrapusieron aquellas ideas que eran dispares o antagónicas. Finalmente, se elaboró una única respuesta para cada pregunta, que sintetiza las dieciséis respuestas recibidas. De esta forma, en el capítulo 3 se pueden ver las respuestas sintetizadas que contienen todas las ideas de las personas expertas encuestadas.

2.5.3. Pruebas con usuarios

En este apartado se procede a la explicación de la guía que se siguió para la elaboración de los experimentos con cada uno de los usuarios mayores de 60 años. Con todos los usuarios se siguieron los mismos pasos y a todos se les dio las mismas explicaciones. Primeramente, se les solicitó que rellenaran un formulario con preguntas personales de carácter no sensible, a fin de perfilar a los distintos participantes. Seguidamente, se les hizo una primera prueba para obtener información sobre sus funciones ejecutivas. Finalmente, se procedió a la explicación de la aplicación y a la ejecución, por parte de los participantes, de cada una de las tareas propuestas con la aplicación *Blue Thinking*. Durante la ejecución de dichas tareas, los participantes también tuvieron que rellenar un cuestionario orientado a obtener información sobre los sentimientos y emociones que manifestaron los participantes durante la ejecución de las distintas tareas. Todos los datos obtenidos de estas pruebas son de usuarios anónimos mayores de sesenta años.

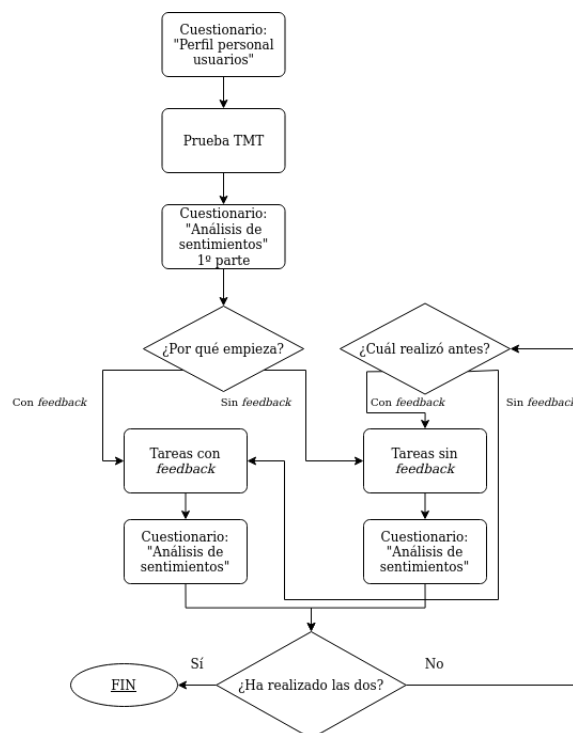


Figura 2.11: Diagrama que representa el flujo del experimento

En la figura 2.11 se muestra el flujo que siguió el experimento con cada participante. A continuación, se desglosan cada una de las partes del experimento citadas anteriormente:

- **Cuestionario “Perfil personal usuarios”:** se trata de un formulario elaborado con el objetivo de obtener información de los usuarios que pudiera ser de ayuda a la hora de realizar el análisis de los resultados de la prueba. En este cuestionario, se planteaban, primeramente, preguntas de carácter personal como son la edad, el sexo y el último grado de formación que cursó el usuario. Después, se le preguntaba la frecuencia con la que el usuario utiliza dispositivos táctiles, tanto móvil como *tablets*. Finalmente, al participante se le preguntaba por sus nociones de programación, qué lenguajes conocía si es

que conocía alguno, si conocía la programación por bloques y, si era así, qué aplicaciones conocía o había utilizado.

- **Prueba de funciones ejecutivas:** se llevó a cabo utilizando la prueba de creación de caminos TMT [13]. Se le aclaró a cada usuario cómo debía resolver el *test*, primeramente explicándole la parte A y dejándole que resolviera el *test* de prueba sin contabilizar su tiempo y, a continuación, dejándole resolver el *test*, esta vez cronometrando su tiempo. Una vez finalizada la parte A, se procedió de la misma forma con la parte B.
- **Primera parte del cuestionario “Análisis de sentimientos”:** el análisis de sentimientos se dividió en tres partes. La primera está orientada a obtener información sobre la disposición del usuario antes de comenzar la prueba. Las preguntas de este cuestionario tienen una serie de afirmaciones con diversos sentimientos, y el usuario debe indicar en una escala del uno al cinco cuánto se identifica con ese sentimiento en ese momento, donde el uno significa que no se identifica en absoluto con ese sentimiento y el cinco significa que se identifica con él. En esta primera parte, las afirmaciones fueron las siguientes:
 - Me siento animado/a.
 - Siento curiosidad.
 - Siento desgana.
- **Explicación de la aplicación:** dado que ningún participante del experimento ha utilizado nunca esta aplicación se procede a explicar su funcionamiento en no más de cinco minutos. En esta parte se le presentan los distintos elementos de la misma y qué es lo que va a tener que hacer durante esta parte del experimento. Se le indica al usuario que al finalizar la explicación puede realizar todas las preguntas que crea conveniente para su correcto entendimiento.

Primeramente, se le explican los distintos elementos que hay en la pantalla, como son: el escenario, los distintos elementos dentro del escenario, la papele-
ra, el menú de bloques, dónde aparece qué elemento está seleccionado en ese
momento y cómo seleccionar otro elemento del escenario.

A continuación, se le explica todo lo relativo a los bloques. Se le explica qué es
un bloque, cómo se puede añadir, eliminar y cuáles se pueden editar y cómo.
Además, se le muestra cómo encajan los bloques entre sí como si de un puzzle se
tratara. Para terminar con los bloques, se explica cómo unos bloques pueden
alterar el comportamiento de otros, como por ejemplo el bloque que fija la
velocidad de las siguientes acciones.

Una vez el usuario entiende los bloques, se le indica cómo puede iniciar y parar
una simulación para que se ejecuten todas las acciones que haya puesto en cada
uno de los elementos de la escena. También se le indica cómo puede limpiar el
proyecto para que éste vuelva al estado inicial.

Para que no tenga sorpresas durante la ejecución de sus tareas, se le indica que
cuando un elemento avanza hasta la parte superior del escenario y sigue avan-
zando aparece por la parte inferior, y que si un elemento sale por el extremo
derecho aparece por el izquierdo y viceversa.

Una vez ya conoce el funcionamiento de la aplicación, se le explica al usuario
qué es lo que va a tener que hacer. Se le dice que el experimento va a tener
dos partes: una donde realizará cinco tareas donde la aplicación le dará un
feedback mientras las lleva a cabo, y otras cinco tareas donde no recibirá esta
realimentación visual y auditiva por parte de la aplicación. La mitad de los
usuarios comienzan el experimento con las tareas con *feedback* y la otra mitad
sin él. Además, se le dice que entre ambos bloques de tareas y al finalizarlos
deberá seguir rellenando el cuestionario “Análisis de sentimientos”.

Se le muestra en qué parte de la pantalla se encuentran las instrucciones para realizar la tarea que debe llevar a cabo y se le indica que habrá realizado la tarea con éxito cuando inicie una simulación y los elementos de la escena lleven a cabo todas las acciones que se indican en las instrucciones.

Finalmente, se le dice al usuario que va a tener como máximo diez minutos para realizar cada una de las tareas, que puede solicitar ayuda cuando la precise y se le pide que durante la realización de las tareas exprese, en la medida de lo posible, sus pensamientos, deducciones y observaciones en alto.

- **Primera parte de las tareas:** en esta parte, se le da el *iPad* al usuario con la tarea que le corresponde ya puesta y configurada. En esta parte, las tareas serán con o sin *feedback*, dependiendo del usuario. Cuando finaliza con éxito una tarea, o pasan diez minutos desde que la ha iniciado, se coge el iPad, se terminan de escribir los parámetros necesarios, se configura la siguiente tarea y se le devuelve el iPad al usuario para que lleve a cabo la siguiente tarea.

En cada bloque, el usuario realiza cinco tareas, en cada una de ellas se apunta el tiempo que tarda en realizar la tarea, el número de veces que inicia una simulación, el número de bloques que utiliza para la solución y el número de preguntas que realiza durante la ejecución de la tarea.

Adicionalmente, se apuntan algunas observaciones tanto sobre la interacción del usuario con la aplicación como comentarios que el usuario hace sobre la misma sobre qué le gusta, qué no, qué le cuesta más trabajo, qué le resulta más sencillo, etc. En estas observaciones se recoge todo aquello que pueda resultar útiles a la hora de evaluarla.

- **Segunda parte del cuestionario “Análisis de sentimientos”:** este segundo apartado se lleva a cabo tras finalizar la primera parte de las tareas, que pueden haber sido realizadas con las opciones de *feedback* de la aplicación ac-

tivadas o no. Al igual que en la primera parte, el usuario debe valorar del uno al cinco cuánto se identifica con las siguientes afirmaciones.

- He sentido satisfacción.
 - He sentido nerviosismo.
 - He sentido interés.
 - He sentido impotencia.
 - Me he entretenido.
 - He sentido frustración.
 - He sentido que he usado mi creatividad.
 - He sentido concentración.
 - Me he sentido capaz.
- **Segunda parte de las tareas:** si el usuario realizó con anterioridad las tareas con *feedback*, en este punto del experimento las realizará sin él y viceversa. En esta parte, el usuario resuelve las otras cinco tareas restantes y se recoge la misma información que se recogió con las cinco primeras.
- **Tercera parte del cuestionario “Análisis de sentimientos”:** en esta parte, el usuario contesta de nuevo a las mismas cuestiones que se le plantearon en la segunda parte del formulario tras haber realizado las tareas en una modalidad diferente a la anterior.

Adicionalmente, se añadió una pregunta final: “¿Qué destacarías de tu experiencia con la aplicación con y sin *feedback*?”. En esta cuestión se le da espacio al usuario para que pueda escribir todo lo que crea relevante sobre las diferencias que ha encontrado a la hora de interaccionar con la aplicación recibiendo un *feedback* visual y auditivo e interaccionando con ella sin recibir ningún tipo de realimentación.

Capítulo 3

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los experimentos realizados.

3.1. *Thinking aloud*

Tras la realización de estas pruebas, se han procesado todos los comentarios recogidos. En una primera instancia estos comentarios se han agrupado evitando los duplicados. Más tarde, se han dividido en las distintas zonas de la aplicación. Gracias a esta prueba se encontrado diversos puntos de mejora, que pueden ser divididos para su mejor entendimiento por su ámbito dentro de la propia aplicación.

3.1.1. Personajes

- El borrado de personajes dentro del escenario no es intuitivo. Deberían poder arrastrarse a la basura de la misma forma que se eliminan los bloques.

- En el menú de personajes pueden seleccionarse varios personajes para ser introducidos en el escenario al mismo tiempo. Sin embargo, si tan solo se selecciona un personaje, sería interesante poder añadirlo manteniendo pulsado sobre él y poder situarlo donde desee el usuario dentro del escenario.
- Dado que se pueden añadir varios personajes iguales al escenario, éstos deberían tener algún distintivo para que puedan ser diferenciados dentro del mismo. Si hay varios personajes iguales deberían tener un número en su nombre. Por ejemplo, si hay dos personajes “Celeste”, deberían llamarse “Celeste 1” y “Celeste 2”. Además, podría ponerse una opción que permitiera que este nombre se pudiera editar en la pantalla de los personajes. Actualmente, cuando se selecciona un personaje, aparece su nombre en la parte superior, podría añadirse una opción de edición del mismo. El nombre de cada personaje debería aparecer en la parte inferior izquierda de la pantalla de edición para reconocer mejor con qué personaje se está trabajando en ese momento.

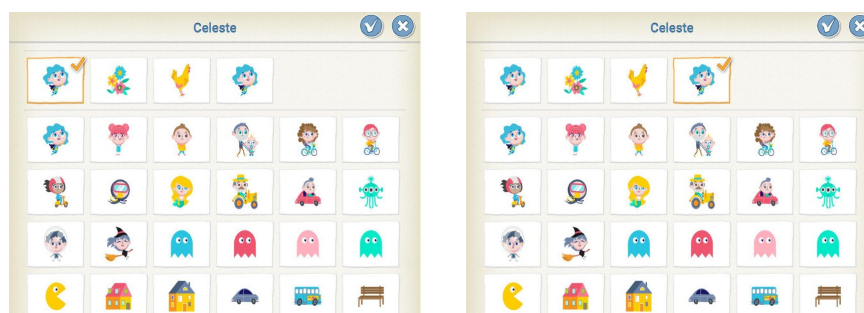


Figura 3.1: Captura de la pantalla de selección de personajes de *Blue Thinking* con Celestes seleccionadas

- Dentro de la pantalla de selección de personajes, la separación entre los personajes que ya están dentro del escenario y la lista de personajes es poco visible, por ello, la separación debería ser más notable.

- En el menú de personajes hay numerosos elementos, algunos son personas, pero también hay otros elementos como plantas u objetos. Sería más fácil elegir el o los elementos que se quieren añadir al escenario si estuvieran divididos en pestañas por categorías.
- Cuando un personaje está seleccionado, para editar sus movimientos, además de aparecer el propio personaje abajo a la izquierda, podría ser resaltado en el escenario para así poder identificar mejor de qué personaje se trata.
- Cuando un personaje es seleccionado, y se hace *scroll* en la pantalla de elección de personajes dejando fuera de vista esa selección, cuando se vuelve a hacer *scroll* a veces aparecen más personajes seleccionados que no habían sido seleccionados previamente.
- Cuando se añaden varios personajes a un escenario al mismo tiempo, aparecen unos encima de otros. Sería mejor si aparecieran en cuadrantes diferentes (si es que hay suficientes cuadrantes) y que no se apilaran unos sobre otros a no ser que por falta de espacio no hubiera más remedio que apilarlos.

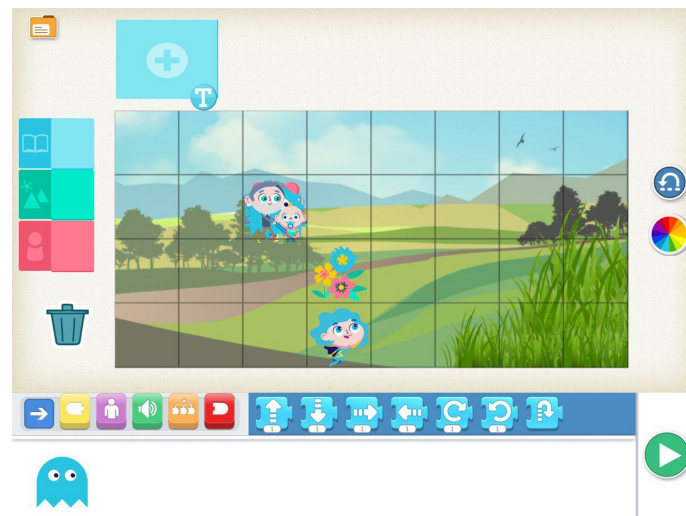


Figura 3.2: Captura de la pantalla de edición principal *Blue Thinking* con varios personajes insertados al mismo tiempo.

3.1.2. Edición de los movimientos

- El icono que indica los primeros bloques de movimiento, es una flecha blanca sobre fondo azul, esta flecha parece señalar al resto de iconos de bloques, y puede parecer que no indica ningún grupo de bloques. Es un icono poco intuitivo y debería ser modificado por otro más intuitivo.

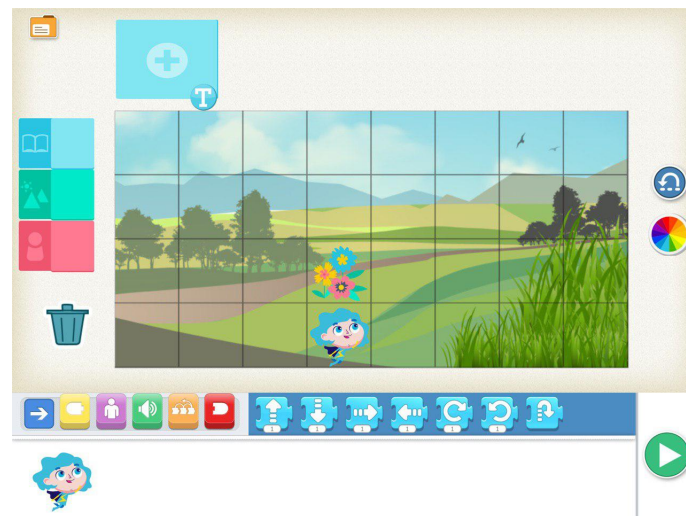


Figura 3.3: Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación *Blue Thinking*.

- Dentro del panel de edición, resulta complicado cambiar el orden de un solo bloque que pertenece a una cadena de bloques dentro de la propia cadena.
- La eliminación de las acciones no es intuitiva. Existe una papelera a la que se pueden arrastrar las acciones, sin embargo, también se pueden eliminar si se arrastran hacia cualquier parte de la pantalla que esté fuera de la parte inferior de edición. Además, cuando arrastras un bloque ya colocado en la edición, todos los demás bloques que están a la derecha se mueven con él, lo que hace complicado eliminar un solo bloque. Se debería poder seleccionar un solo bloque y poder eliminarlo, ya sea seleccionándolo y arrastrándolo a la papelera o que al seleccionarlo aparezca una “X” roja en la parte superior derecha y que se elimine dicho bloque al hacer *click* en ella.
- El teclado que aparece en la edición del número de repeticiones de algunos movimientos y de los bucles, aparece en la parte inferior derecha de la pantalla, muy alejado del bloque que está editando. Debería aparecer al lado. Además, podría ser también sencillo poner un botón con un “+” y un “-” para poder

incrementar o disminuir el valor de la repetición de forma sencilla.

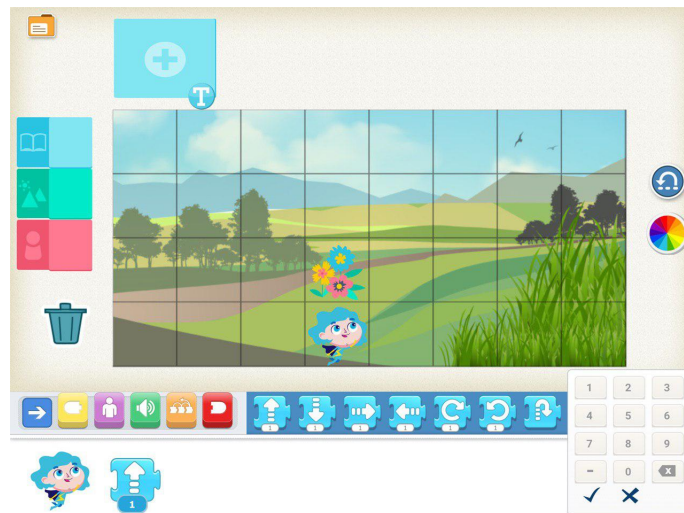


Figura 3.4: Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación *Blue Thinking* con la edición del número de repeticiones desplegado.

- Durante la ejecución de las acciones que se van a reproducir de forma reiterada, debería indicarse el número de repetición que se está ejecutando en cada momento.
- Los bocadillos de mensaje que aparecen encima de los personajes tras usar un bloque de acción “Decir” no se adecuaba al tamaño del mensaje.



Figura 3.5: Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación *Blue Thinking* con un bocadillo de mensaje sobre un personaje.

- Los bocadillos de mensaje aparecen encima de los personajes que lo dicen. Sin embargo, si hay algún otro personaje justo en el cuadrante superior de ese personaje, el bocadillo no se podrá leer, dado que se situará por detrás de este personaje.



Figura 3.6: Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación *Blue Thinking* con un bocadillo de mensaje no visible sobre un personaje.

- Tras la reproducción de las acciones “Crecer” y “Encoger” el personaje puede moverse de casilla, lo cual le dificulta al usuario la consecución de sus objetivos ya que no sabe en qué cuadrante se encontrará el personaje que está editando.
- Cuando un personaje ejecuta un bloque de “Desaparecer” y finaliza la ejecución, este personaje no vuelve a aparecer y se pierde.
- Existe un error que se da cuando borras todas las acciones, si a continuación borras un audio, que ha sido previamente grabado, de la lista de audios, a veces vuelven a aparecer las acciones que habían sido borradas.
- Podría existir la opción de seleccionar varios personajes del escenario para poder editar sus movimientos a la vez y ver de forma simultánea qué hace cada personaje en cada momento. De esta forma, al usuario le puede resultar más sencillo sincronizar las acciones que quiere que se ejecuten de forma paralela.

3.1.3. La pantalla de edición principal

- El botón con forma de paleta de colores que aparece en la parte central derecha, sirve para que aparezcan otros tres botones de tres colores diferentes con los que se puede modificar el color e la rejilla del escenario. No se ve de forma intuitiva para qué sirve esa paleta de colores, además, si tan sólo se van a permitir tres colores para la rejilla, la aparición de todos los colores en la paleta puede causar confusión.



Figura 3.7: Captura de la pantalla de edición principal de la aplicación *Blue Thinking* mostrando la paleta de colores para la rejilla.

- Cuando se pasa de un escenario a otro en medio de una ejecución, las acciones que se habían puesto en los personajes del segundo escenario a veces desaparecen.
- El sonido que se reproduce al eliminar un bloque es el mismo sonido que se reproduce al colocarlo. Deberían ser sonidos diferenciados y que le de forma intuitiva para el usuario.

- En la parte superior, aparecen los pictogramas o el texto de la tarea que el usuario debe realizar. La tarea puede tener un *feedback* que lee la tarea al abrirla, sin embargo, el usuario no puede volver a reproducir ese sonido. Sería bueno que el audio que reproduce la tarea que el usuario debe llevar a cabo se pudiera reproducir tantas veces como se quisiera.

3.1.4. Edición de escenarios

- No se muestra qué fondo de escenario es el que tiene el proyecto en ese momento. Estaría bien que se marcara como seleccionado en primera instancia al abrir esta pantalla el escenario que tenga el proyecto en cuestión.
- En el menú de los escenarios cuando haya un escenario seleccionado, sería bueno que se deseleccionara si se toca en algún sitio fuera.
- El botón de editar de la parte superior de la pantalla de selección de los escenarios, no debería estar disponible si no hay ningún escenario seleccionado.

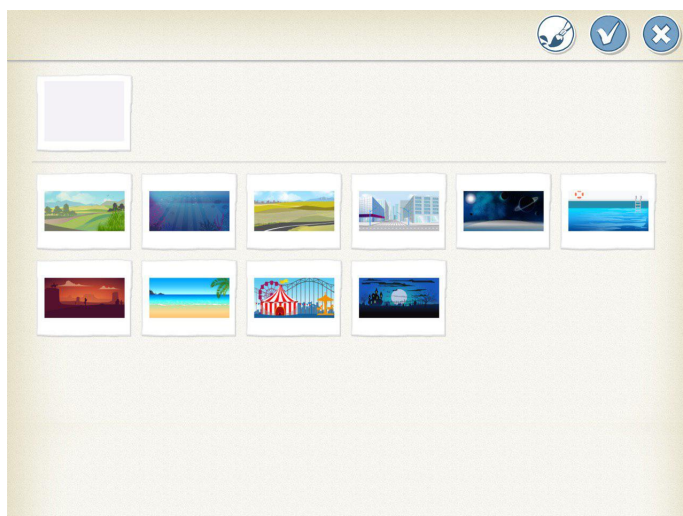


Figura 3.8: Captura de la pantalla de escenarios de la aplicación *Blue Thinking*.

- En la parte superior, al lado de los escenarios ya creados, debería haber un botón con un “+” para crear un nuevo escenario de cero.
- En la pantalla donde se edita la apariencia de un escenario, no hay ningún botón de salir del mismo sin guardar, por lo que la aplicación obliga o bien, a guardar los cambios que se han hecho, o a revertir todos si es que finalmente el usuario no quiere cambiar nada.

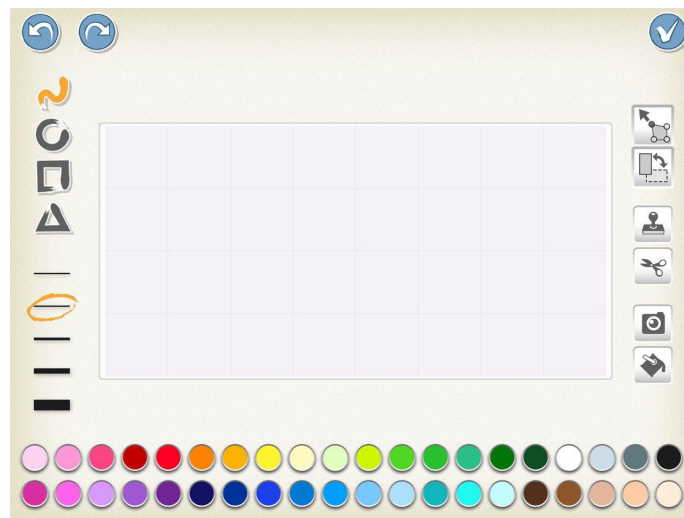


Figura 3.9: Captura de la pantalla de edición del fondo de un escenario de la aplicación *Blue Thinking*. Seleccionado botón de la parte izquierda.

- En la pantalla de edición de la apariencia del escenario, el botón seleccionado por defecto nada más se entra en ella debería ser el del pincel, no el de mover y vectorizar, ya que de primeras no hay ningún elemento que pueda ser seleccionado.
- En la pantalla de edición de la apariencia de un escenario, los botones de la derecha son excluyentes de los botones de la parte superior izquierda. Esto sería correcto, ya que no se pueden hacer ambas acciones a la vez. Sin embargo, no se excluyen los botones de la parte inferior izquierda, los referentes al grosor

de las líneas, lo cual no tiene sentido. Se puede ver comparando las figuras 3.9 y 3.10

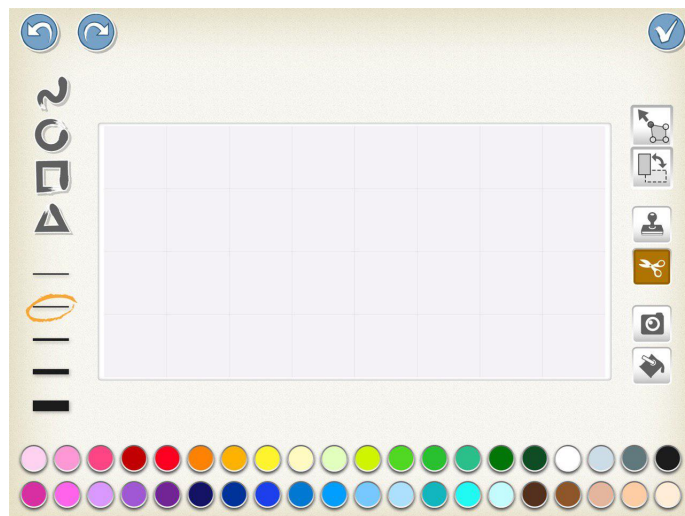


Figura 3.10: Captura de la pantalla de edición del fondo de un escenario de la aplicación *Blue Thinking*. Seleccionado botón de la parte derecha.

- En esta misma pantalla, el botón de mover, también permite vectorizar una línea si la mantienes pulsada. Dicho botón es el que se encuentra en la parte superior derecha de los comandos que se muestran en las figuras 3.9 y 3.10. Sería más intuitivo si hubiera dos botones diferentes, uno para mover un elemento dentro del dibujo, y otro para vectorizar las líneas del elemento.

3.1.5. Mejoras generales

- Los botones de *OK*, indicados con un *tic*, y de cancelar, indicados con una *X*, serían más intuitivos si al icono les acompañara un color verde y rojo, respectivamente.
- La aplicación no le dice al usuario en qué pantalla se encuentra en cada momen-

to. Sería bueno encontrar en la parte superior de cada pantalla de la aplicación un nombre descriptivo para la pantalla en la que se encuentra.

- En el caso de las tareas con *feedback* auditivo, se destaca que la voz es demasiado rápida. Debería poder personalizarse la rapidez con la que la aplicación le habla al usuario.

3.2. Cuestionario a personas expertas

Con el objetivo de recopilar información clave para guiar la evaluación de la usabilidad de *Blue Thinking*, se llevó a cabo un cuestionario a través de la herramienta *Google Forms*, para recoger la opinión de expertos en el ámbito del TEA sobre la usabilidad de esta aplicación.

A continuación, se presentan las preguntas recogidas en este cuestionario, así como una síntesis de las diferentes respuestas que dio cada uno de los expertos:

- *En la siguiente pantalla se puede ver una papelerita a la que se pueden arrastrar elementos. ¿Podría confundir el usuario esta papelerita con un botón? ¿Qué reacción puede causar en el usuario con TEA la existencia de un botón que no realiza ninguna acción?*



Figura 3.11: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* utilizada en el cuestionario a expertos

En primera instancia, el usuario podría ignorar la papelera que se ve en la figura 3.11 por no ser visualmente como las papeleras que conocen, o incluso podría pensar que es un elemento del escenario. Algunos expertos señalan la necesidad de una animación que explique los elementos de la pantalla o, en su defecto, que otra persona le explique cada uno de los elementos. Si el usuario tiene experiencia con aplicaciones similares donde los elementos se pueden borrar siendo arrastrados a la papelera, podría no tener ningún problema. Dejar a una persona con TEA explorar la aplicación, sin una explicación exhaustiva previa, puede dar problemas porque la aplicación le puede dar al usuario respuestas que no espera. En el caso de la papelera, la interacción con ella puede no ser intuitiva. Un botón sin acción podría ser un estímulo distractor sobrante para la persona que puede desviar su atención sobre la acción esperada.

- ¿Cree que los botones de aceptar y cancelar deberían ser del mismo color o deberían ir acompañados de un color verde y rojo respectivamente?

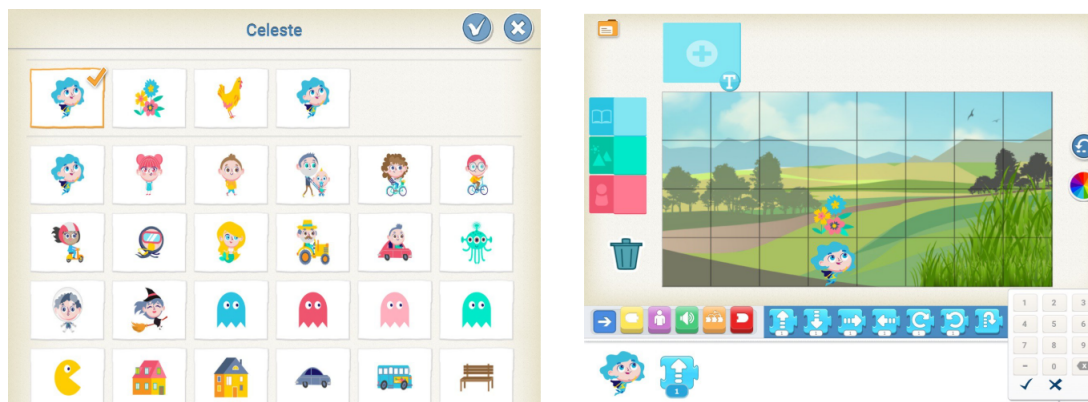


Figura 3.12: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* utilizada en el cuestionario a expertos

Los expertos encuestados coinciden en que los iconos de los botones son universales y suelen entenderse. Algunos afirman que no haría falta un código de color en este caso, ya que es un código de colores que la mayoría de personas asocian a acierto y error, y en este caso no se quiere representar exactamente eso. Sin embargo, la mayoría afirma que el código de colores verde y rojo puede ayudar al usuario a diferenciar las dos opciones, ayudando al usuario a reforzar su acción. En muchas aplicaciones se sigue este código de colores y, pese a que pueda romper un poco la estética de la aplicación, puede ayudar a una persona con TEA a relacionar antes el botón con la acción que quieren llevar a cabo y a diferenciar ambos botones entre sí.

- Imagine un menú de elementos que permita añadir a un escenario (personajes, plantas, objetos, edificios, etc.). ¿Cree que sería mejor tener una única lista de elementos o dividirlos por categorías? ¿Por qué?

Esto dependería del número de elementos disponibles. Si se trata de una lista

con pocos elementos, no haría falta ningún tipo de menú ni división por categorías. Si se divide por categorías, el usuario podría frustrarse al no encontrar el elemento deseado a primera vista, o tendría que hacer un sobreesfuerzo para pensar en qué categoría se encuentra el elemento deseado. Sin embargo, las categorías pueden ser útiles para la localización más rápida de elementos. Un menú con demasiados elementos sin clasificar podría ser un exceso de información y estímulos visuales. El orden ayuda a las personas con TEA a interactuar con una aplicación, ya que tienden a ordenar y clasificar todo en su vida cotidiana. Una clasificación puede ayudar al usuario a diseccionar los elementos e ir poco a poco. Además, esta división puede favorecer habilidades complejas como es la clasificación. En ningún caso debería haber un gran número de categorías.

Lo ideal sería que se pudiera personalizar el número de elementos de los que dispone el usuario, así como si se desea una clasificación de los mismos o no.

- *Imagine un escenario con elementos, ¿cree que sería mejor poder mantener pulsado un elemento y que aparezca una “X” en la parte superior para eliminarlo o arrastrarlo hacia una papelera?*

En general ambas opciones son buenas, aunque tienen sus inconvenientes. La “X” requiere de más precisión ya que hay que pulsar en un botón más pequeño, además el usuario puede realizar una pulsación prolongada sin quererlo. En el caso de arrastrar a la papelera, si al usuario le resulta complicado o no es capaz de arrastrar un elemento en la pantalla se podría frustrar y podría ser mejor la “X”. Sin embargo, arrastrar requiere de menos precisión y además el usuario puede trabajar la coordinación y la motricidad.

En todo caso, el método para eliminar elementos dentro de la aplicación debería ser el mismo. Dependiendo de la realidad del usuario debería poder personali-

zarse el método de eliminación de elementos.

- *Imagine que el usuario puede definir una lista de acciones a los elementos del escenario (moverse, saltar, girar, hablar, etc.). Tras iniciar la ejecución, ¿cree que debería indicarse la acción de la lista que se está ejecutando en cada momento? Por ejemplo, que se resalte el bloque de saltar de la lista en el momento en el que el personaje está saltando.*

Todos los expertos que respondieron a la encuesta están de acuerdo en que éste es un buen refuerzo para el usuario, ya que ayuda a entender lo que pasa, incluso detectar errores de forma visual. Un *feedback* sobre la acción que se ejecuta ayuda al usuario a entender cuál es la acción que el elemento del escenario está ejecutando en cada momento.

- *Imagine que varios elementos del escenario tienen acciones asignadas que se ejecutarán a la vez. ¿Cree que deberían indicarse todas las acciones que se están ejecutando al mismo tiempo o tan solo las acciones en ejecución del elemento que esté seleccionado? Por ejemplo, si hay varios personajes realizando acciones, que en la parte inferior se muestren los personajes y las acciones que se están realizando en cada momento de forma paralela, o bien, solo la acción del personaje seleccionado.*

El remarcar todas las acciones podría ser interesante, sin embargo, esto puede sobrecargar al usuario que está interactuando con la aplicación. Un exceso de información podría no ser efectivo, añadiría ruido y complicaría la visualización. Por ello, la mayoría de los encuestados remarcan que es mejor que se muestre solamente la acción que está llevando a cabo el elemento que se haya seleccionado. Se podrían mostrar las acciones que se ejecuten de más elementos, de esta forma el usuario tendría más información de lo que está pasando en tiempo real, pero esto dependerá del nivel que tenga esa persona. En principio,

lo preferible es que tan sólo se muestren las acciones del elemento seleccionado.

- *En caso de creer que deben indicarse varias acciones que se estén ejecutando de forma simultánea, ¿cuál cree que es el número máximo de acciones que pueden ejecutarse al mismo tiempo según el nivel de TEA? Si hay muchos personajes realizando acciones al mismo tiempo, puede que visualizarlas todas a la vez cause confusión y no ayude al usuario. Se podría seleccionar un número acotado de personajes antes de ejecutar para visualizar en la parte inferior las acciones que ejecutan dichos personajes.*

En principio, sería bueno que tan sólo se vieran las acciones de un elemento, sin embargo, sería bueno poder señalar varios personajes para ver la ejecución de sus acciones a la vez. De esta forma, no se limitaría el número de elementos en la escena, lo que podría limitar la creatividad del usuario, pero sí limitaría el número de acciones que se ven ejecutarse de forma simultánea. Esta opción debería ser configurable, y los expertos limitarían como mucho a tres los elementos que se pueden seleccionar para ver sus acciones de forma simultánea.

- *¿Qué reacción puede causar en el usuario con TEA un comportamiento inesperado de un elemento del escenario a la hora de ejecutar la lista de acciones?*

Las reacciones pueden ser diversas, dependiendo de qué comportamiento inesperado se trate, podría ser sorpresa si esto no trastoca mucho el objetivo del usuario. También es importante hablar con estas personas y explicarles bien la aplicación para que sepan que si el elemento no hace lo que el usuario busca, puede ser debido a que no se hayan colocado los bloques adecuados en el orden correcto. En otros casos, puede causar frustración, enfado, confusión, desmotivación, bloqueos, reacciones violentas, etc. Puede que la persona con TEA necesite desconectar un poco de la aplicación antes de seguir interactuando con ella.

- *Para evitar comportamientos inesperados, ¿cree que sería bueno añadir una previsualización de la ejecución de las acciones al añadir una acción nueva a la lista? Por ejemplo, una sombra idéntica al personaje o elemento, que cuando se añada una acción a la lista ejecute dicha acción para que el usuario vea las consecuencias de añadir dicha acción a la lista.*

En general, los expertos están de acuerdo en que este *feedback* puede ayudar al usuario a saber qué es lo que está haciendo y evitar sorpresas cuando vaya a ejecutar las acciones. Un apoyo visual puede resultar muy útil siempre que la información que se dé sea sencilla y clara. Sin embargo, algunas personas encuestadas ven complicado que una persona con TEA asocie esta previsualización a la ejecución. En algunas ocasiones podría cansarles o confundirles. Una vez más, lo ideal sería que se pudiera configurar si se quiere mostrar esta previsualización o no, para que solo se aplicara en los casos donde pueda servir de apoyo al usuario en la ejecución de una tarea.

- *¿Cree que debería resaltarse en el escenario el elemento sobre el que el usuario está trabajando editando su lista de acciones? ¿Por qué?*

En general los expertos están de acuerdo en que resaltar el elemento sobre el que el usuario está trabajando ayuda a entender qué está pasando. Ayudaría a clarificar las acciones de qué elemento se están editando y a focalizar la atención del usuario, sobre todo si hay elementos idénticos en la escena. Trabajar con un personaje equivocado podría ocasionar efectos negativos en el usuario y este *feedback* podría ayudar a evitar este tipo de errores. Uno de los expertos, además, indica que es una confusión que a veces sucede usando otros programas como *Scratch*. También se debe tener en cuenta que la forma de resaltarlo debe ser sutil para que el estímulo no sea muy fuerte pero sí sea una ayuda visual.

- *Dado que se pueden añadir varios elementos iguales al escenario, ¿cree que*

deberían diferenciarse por su nombre? Si es así, ¿cree que el usuario debería poder cambiar el nombre del elemento?

La mayoría de las personas encuestadas creen que los elementos idénticos deberían diferenciarse de algún modo. Dependiendo del nivel, se optaría por una opción u otra. En niveles muy básicos, algunos expertos señalan que sería mejor que no pudieran incluir varios elementos idénticos dentro de una misma escena. En casos algo más avanzados, sí sería bueno diferenciar los elementos de alguna forma sencilla como puede ser numéricamente, por ejemplo, si tenemos varios elementos “Árbol”, que se denominen “Árbol 1”, “Árbol 2”, etc. Todo lo que implique escribir textos en un dispositivo podría complicar la interacción con la aplicación por parte de un usuario con baja capacidad motriz. En general, las personas con TEA no tienen especial interés por el nombre de los distintos elementos de la escena, sin embargo, en usuarios más avanzados sí se podría permitir que cambien el nombre de los distintos elementos. De esta forma, practicarían su lectura y escritura y, además, aumentaría el grado de personalización. Una vez más, estas opciones podrían ser configurables, adaptándose al máximo a las necesidades de cada uno de los usuarios.

3.3. Pruebas con usuarios

En esta sección se exponen los resultados de la prueba realizada con usuarios mayores de 60 años. Se mostrarán gráficas que relacionan los tiempos de la prueba de funciones ejecutivas, los tiempos en la realización de tareas, el número de intentos, los bloques que usan y los sentimientos y comentarios o dificultades que han surgido durante la realización de la prueba.

3.3.1. Tiempos en la ejecución de las tareas

A continuación, se muestran diferentes gráficas con los resultados de esta prueba que hacen referencia a los tiempos que han tardado los distintos usuarios en realizar las tareas. En la figura 3.13, se aprecian los tiempos que han tardado los usuarios en realizar las tareas; y en la gráfica de la figura 3.14, se ve el tiempo que ha tardado cada usuario en la realización de todas las tareas.

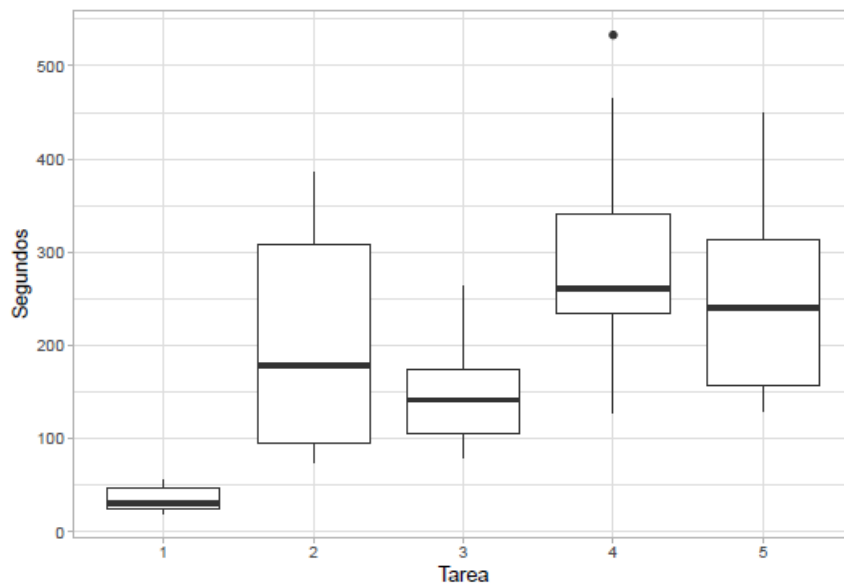


Figura 3.13: Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de cada usuario en realizar las tareas

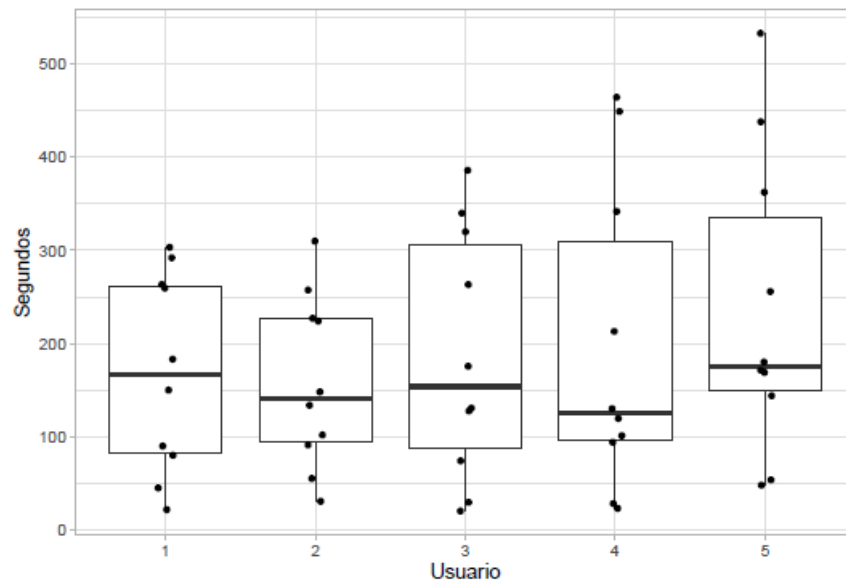


Figura 3.14: Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de cada usuario en realizar las tareas

Para obtener una comparativa entre las tareas realizadas con y sin *feedback*, se muestra el diagrama de caja y bigotes de la figura 3.15. En este diagrama, se aprecia el tiempo que tarda cada usuario en realizar todas las tareas en cada una de las dos modalidades.

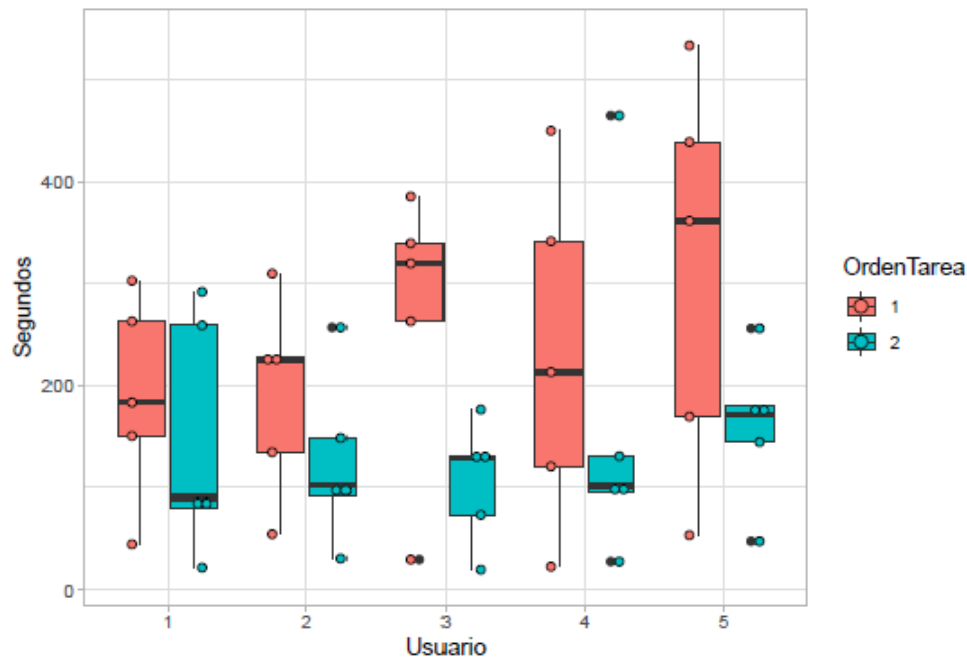


Figura 3.15: Diagrama de caja y bigotes de los tiempos de cada tarea con y sin *feedback*

3.3.2. Tiempos en la prueba de funciones ejecutivas

En la siguiente gráfica, se expone la relación de los tiempos que obtuvieron los participantes en la prueba inicial de validación de sus funciones ejecutivas (TMT), y el tiempo que emplearon en la realización de las cinco tareas. Este promedio ha sido calculado para cada usuario como la mediana del tiempo de respuesta en cada una de las actividades. Dado que hay dos tareas similares, una por bloque, con tiempos de respuesta distintos, se ha tomado como tiempo de respuesta único la media de los dos.

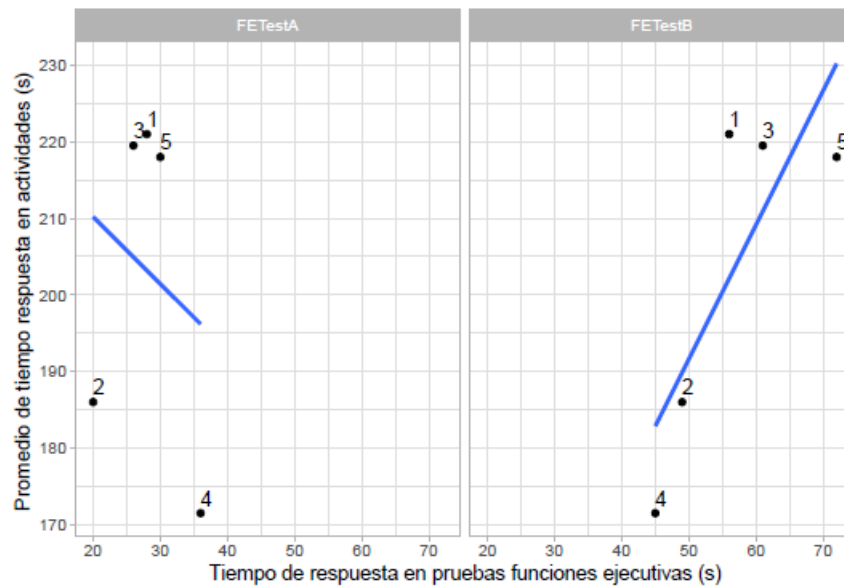


Figura 3.16: Gráfica que muestra la relación de los tiempos en la prueba TMT y en las tareas

3.3.3. Número de bloques

En esta sección tan sólo se indica el número de bloques que ha utilizado cada usuario. No tiene sentido relacionar el número de bloques usados en las tareas con o sin *feedback* porque, a pesar de ser tareas de dificultad similar, el número de bloques puede variar de unas a otras.

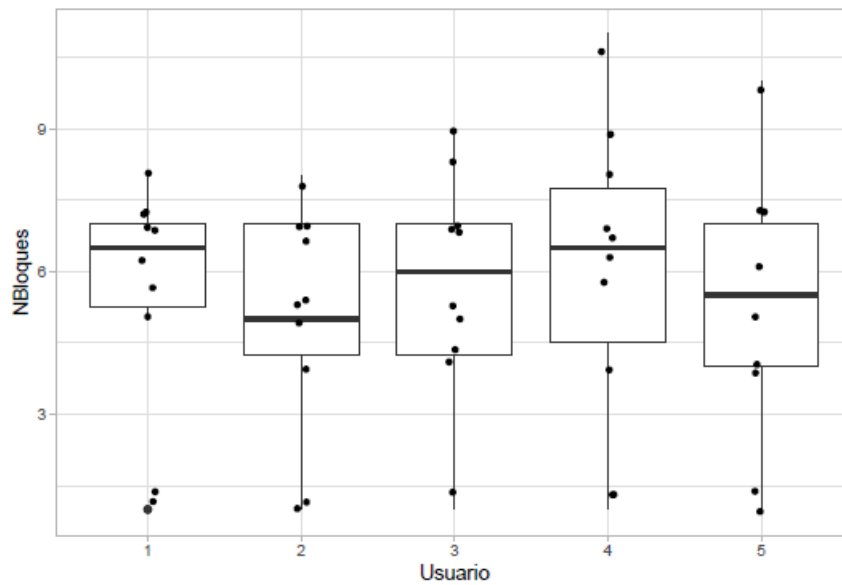


Figura 3.17: Diagrama de caja y bigotes del número de bloques usados por cada usuario al realizar las tareas

3.3.4. Número de intentos

En el diagrama de la figura 3.18, se indican los intentos que hace cada usuario en las distintas tareas.

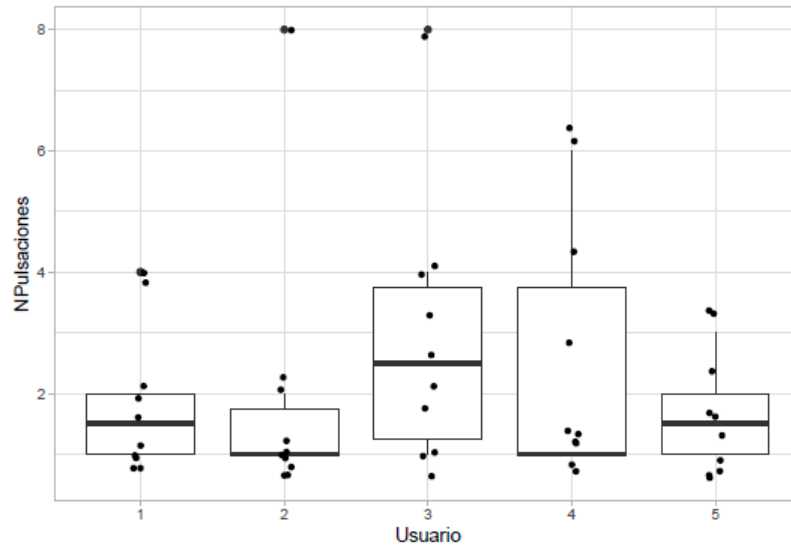


Figura 3.18: Diagrama de caja y bigotes del número de intentos al realizar cada una de las tareas

A continuación, se señala la diferencia entre los intentos que realizan los usuarios en las tareas con y sin *feedback*. Para ello, se marca el sumatorio de intentos totales de los distintos usuarios tanto para las tareas sin *feedback* (S) como para las tareas con *feedback*, independientemente de con qué tarea haya comenzado el usuario.

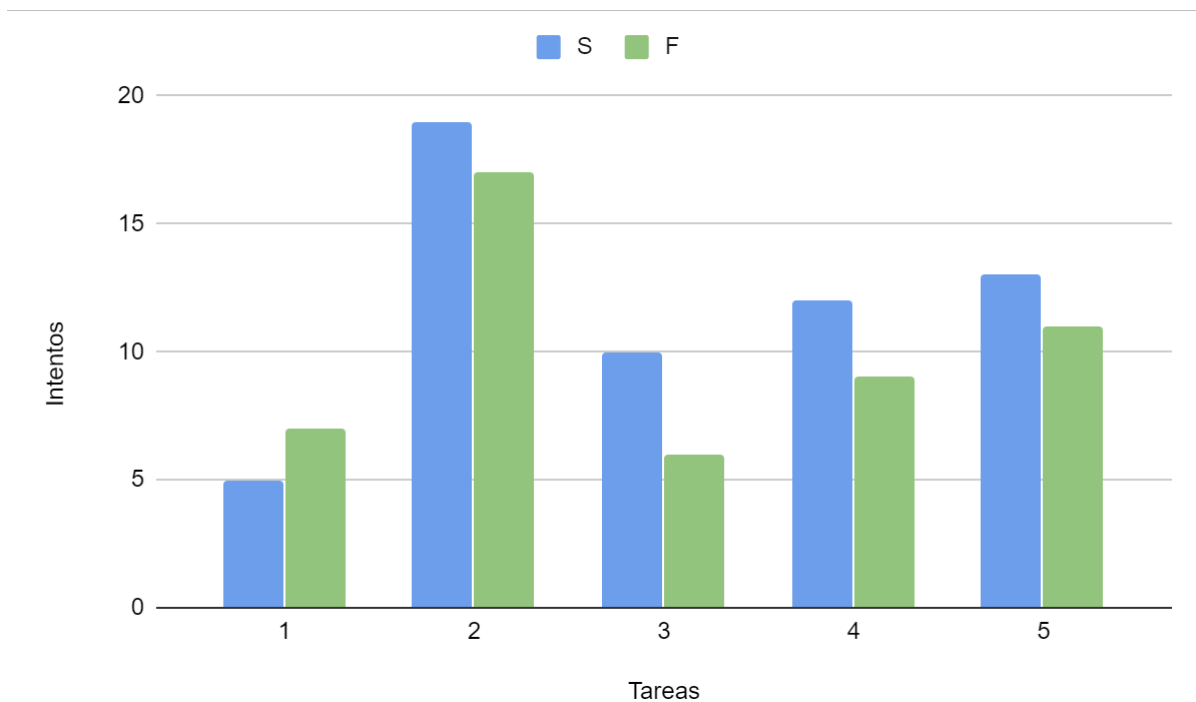


Figura 3.19: Gráfica de la diferencia de intentos con y sin *feedback*

3.3.5. Número de preguntas

A la hora de realizar las distintas tareas, los usuarios podían realizar todas las preguntas que les surgieran en la interacción con la aplicación. En la figura 3.20, se indican las preguntas que han llevado a cabo cada una de las personas que participaron en la prueba.

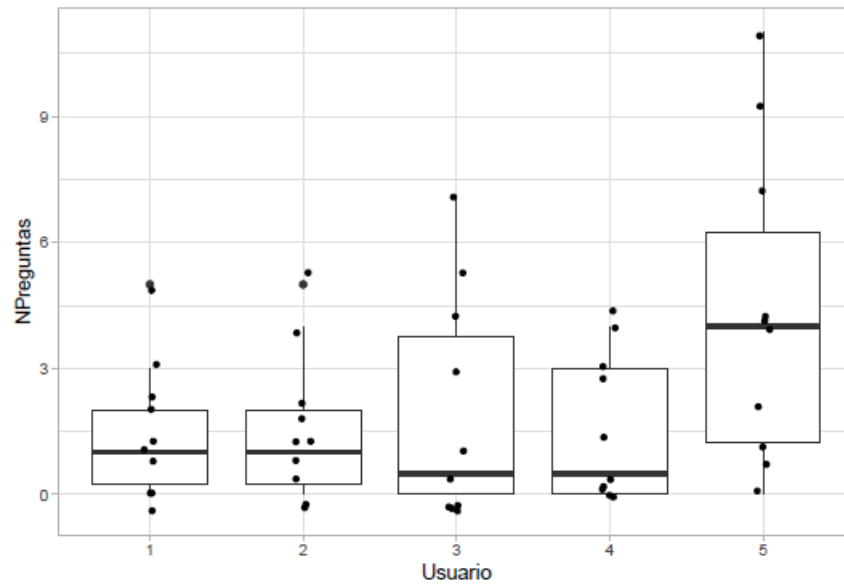


Figura 3.20: Diagrama de caja y bigotes de las preguntas de cada usuario al realizar las tareas

En la figura 3.21, se muestran las diferencias entre el número de preguntas que realizan en el primer bloque de tareas y las que se realizan en el segundo.

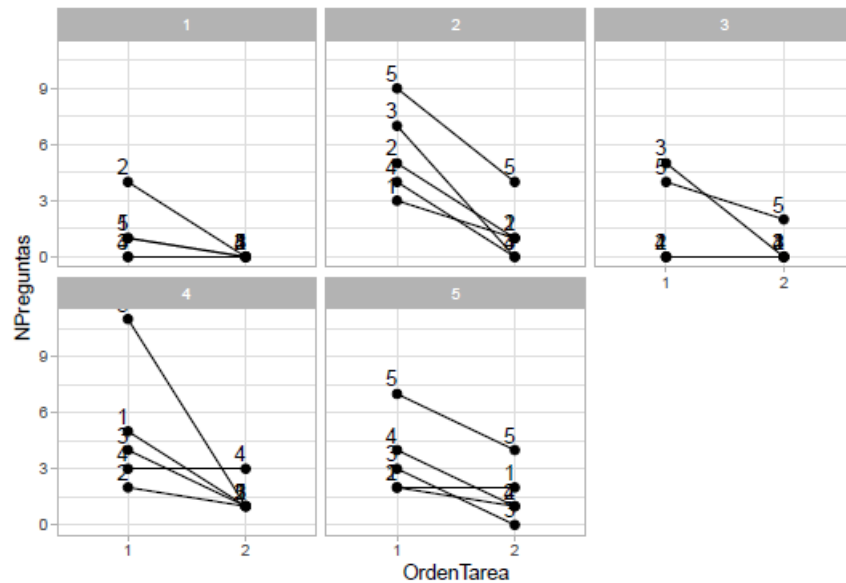


Figura 3.21: Diagramas que muestran el número de preguntas que se llevan a cabo con y sin *feedback*

3.3.6. Análisis de sentimientos

A continuación, en la figura 3.22, se expone la valoración media que le dieron los usuarios a los distintos sentimientos que se les propuso en el cuestionario previo a la realización de las tareas.

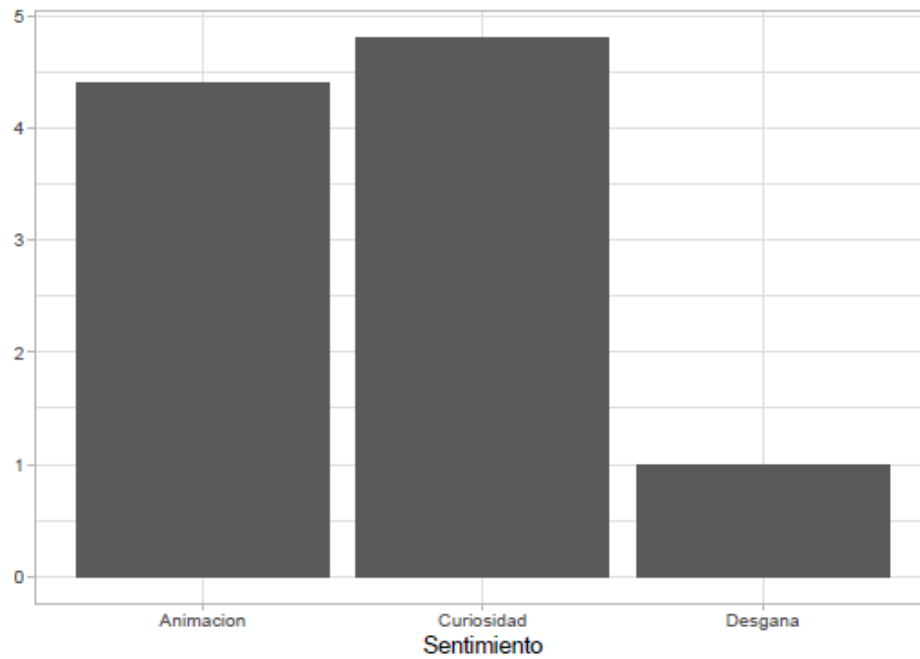


Figura 3.22: Gráfica de valoración de sentimientos antes de realizar las tareas

En la figura 3.23, se exponen las medias de las valoraciones que los usuarios le dieron a aquellos sentimientos que tenían una connotación positiva y, en la figura 3.24, la media de las puntuaciones que le dieron a los sentimientos de connotación negativa.

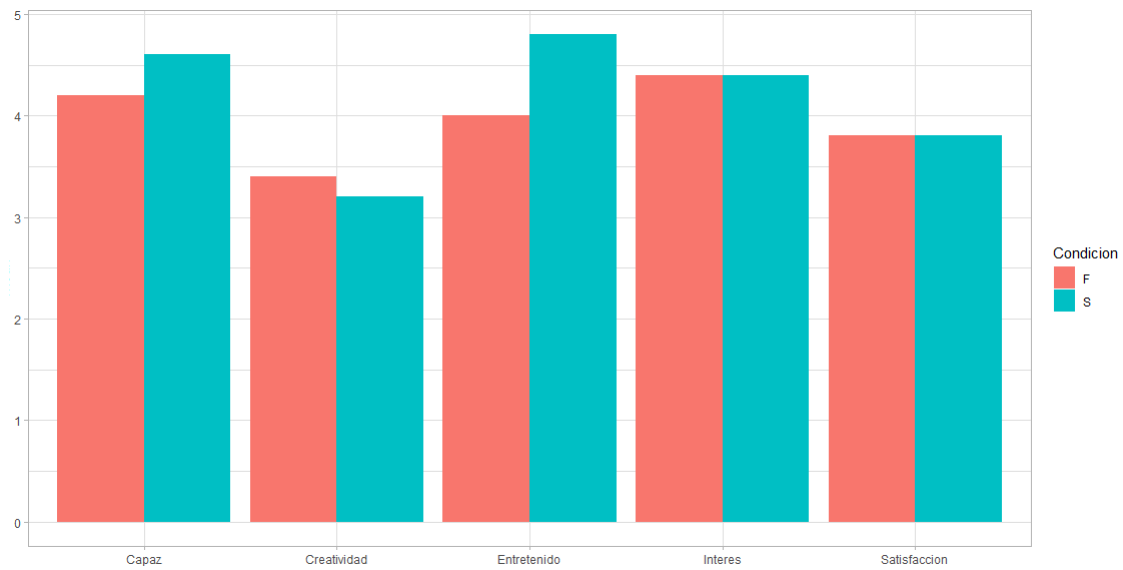


Figura 3.23: Gráfica de valoración de sentimientos positivos

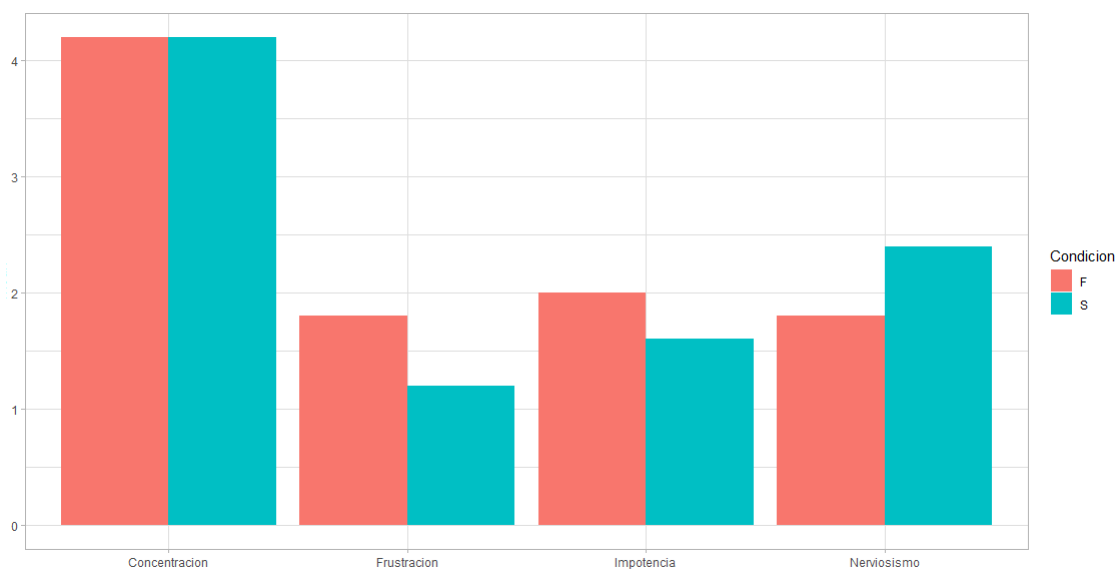


Figura 3.24: Gráfica de la valoración de sentimientos negativos

Al final del cuestionario, a los usuarios se les planteó la siguiente pregunta a desarrollar: “¿Qué destacarías de tu experiencia con la aplicación con y sin feedback?”.

A continuación, se exponen las respuestas de cada uno de los usuarios:

- Las tareas que he hecho en segundo lugar las he hecho mejor porque ya conocía más la aplicación. Se ve y entiende mejor con *feedback*, pero una vez que ya conoces la aplicación, mejor sin *feedback*.
- El *feedback* me ha ayudado y entretenido. La influencia del *feedback* o mejor su falta de *feedback* en la otra prueba ha sido suplida por el interés que suscitaba el haber aprendido en las primeras pruebas.
- No me sirvió de nada el *feedback*, porque estaba tan concentrada que no le presté atención, no entendí que había *feedback*. No me fijé ni en que los cuadros que se destacaban, estaba atenta a la tarea que tenía que hacer y tampoco me sirvió el *feedback* auditivo porque lo ignoré cuando sentía que no me ayudaba.
- El *feedback* auditivo incordia un montón el sonido y además los colores del *feedback* visual me acaban confundiendo.
- Prefiero sin *feedback*, la voz es muy repetitiva y me distraía. Toda la dificultad que he encontrado era por desconocimiento y por falta de uso de la aplicación, por eso he tenido fallos, porque no la conocía bien. El *feedback* visual sin embargo, sí me ha ayudado.

Capítulo 4

Discusión

En este capítulo, se discuten los resultados obtenidos en el capítulo 3. Para ello, se sigue el mismo orden que se siguió en los anteriores capítulos, comenzando por la discusión de las posibles mejoras recogidas a partir del *thinking aloud*, continuando con las respuestas de las personas expertas al cuestionario y finalizando por las pruebas con los usuarios mayores de 60 años.

4.1. *Thinking aloud*

En esta sección, se discuten los resultados obtenidos en la prueba de *thinking aloud* realizada por 6 personas expertas en el ámbito de la Ingeniería Informática. En la prueba, se detectaron algunos errores dentro de la aplicación, sin embargo, en este apartado se tratarán solamente las aportaciones que tienen relación con la interfaz. Algunas de las mejoras que se plantean se relacionan también con las preguntas realizadas en los cuestionarios a personas expertas para avalarlas o para rechazarlas.

4.1.1. Personajes

En el caso de los personajes, es cierto que el borrado es poco intuitivo, ya que para borrarlos se deben pulsar, esperar a que aparezca un botón con una “X” y pulsarlo. Teniendo en cuenta que existe un icono de una papelera, sería mucho más intuitivo que los personajes se arrastraran hacia ella al igual que se arrastran los bloques.

La segunda propuesta que se hace también es interesante. En esta propuesta, se indica que el menú de los personajes puede desaparecer al mantener pulsado un personaje y que aparezca el escenario, permitiendo al usuario colocar al personaje en cualquier punto del escenario. Esta es una acción recurrente en muchas aplicaciones donde el usuario puede colocar un elemento en una interfaz, por lo que podría ser una buena funcionalidad a implementar.

Los expertos indicaron que puede ser complicado para el usuario diferenciar a dos personajes iguales dentro del escenario, por lo que la propuesta de diferenciar a través de un nombre es interesante. La posibilidad de cambiar el nombre de un personaje de forma manual podría existir, pero solo para usuarios avanzados. En una primera instancia, se podrían diferenciar a partir de añadirles un número detrás del nombre del propio personaje.

Es cierto también que la línea que divide los personajes que ya están introducidos dentro del escenario y los que no, es muy estrecha y no se aprecia casi la diferencia; por lo que ésta debería ser más ancha o, al menos, estar más remarcada.

Actualmente, existe un solo menú con una lista con todos los personajes disponibles. Los expertos apoyan la idea de dividir a los personajes por categorías para que así sean más sencillos de encontrar, aunque depende del número de elemen-

tos. El número de personajes disponibles y la posibilidad de categorizarlos, podría personalizarse dependiendo del nivel del usuario en cuestión.

Destacar el personaje que se está editando también es una mejora a señalar tanto por los participantes en esta prueba como por los expertos entrevistados.

La aparición de múltiples personajes en una misma casilla puede confundir al usuario. Sería deseable que, ya que se pueden añadir varios personajes al mismo tiempo, éstos aparecieran en distintas casillas. Además, la posibilidad de poder introducir varios personajes al mismo tiempo también podría activarse o desactivarse dependiendo del nivel del usuario.

4.1.2. Edición de los movimientos

Por lo general, los usuarios indican que los iconos de los menús de bloques no ayudan a saber qué acciones se encuentran dentro de cada menú. Esto es algo que también se observó en la prueba con los usuarios que, cuando querían encontrar un bloque con una acción concreta, entraban en todos los menús hasta que daban con el bloque deseado. Sin embargo, la elección de los iconos de cada bloque sí parece acertada.

Salvo por la dificultad de eliminar un solo bloque si tiene bloques detrás, la eliminación de bloques es intuitiva. El usuario arrastra el bloque a la papelera, pero, aunque a veces no llegue a realizar la acción completa por sus dificultades, el bloque se elimina igualmente. En principio, es más intuitivo el arrastrar un bloque a una papelera que la opción que daban algunos usuarios de esta prueba -mantener pulsado y que salga una “X”.

La aparición del teclado de edición de números de los bloques en la parte inferior

derecha de la pantalla se ha visto que no es intuitivo. Tanto en el *thinking aloud* como en la prueba con los usuarios se ha visto este problema. Al aparecer, a la derecha del todo al usuario le costaba relacionar ese teclado con el bloque que quería editar. La edición del número de repeticiones de un bloque debería aparecer al lado del mismo. Sin embargo, en un principio se descarta la propuesta del botón de “+” y “-” porque serían demasiado pequeños y difíciles de pulsar para una persona con TEA.

Cuando se trata de un bloque que puede tener un número de repeticiones, actualmente, ese bloque se está ejecutando, no muestra por qué ejecución va. Mostrar por qué número de repetición va la ejecución puede ayudar al usuario a entender mejor qué está pasando en el escenario y a encontrar posibles errores en su solución.

En cuanto a los bocadillos con mensajes al ejecutarse la acción “Decir”, se entenderían mejor si fueran algo más grandes, si el tamaño del bocadillo se adecuara al mensaje que contiene de forma correcta y si se sobrepusieran a cualquier elemento de la pantalla; ya que si hay otro personaje u elemento encima del personaje que ejecuta esta acción, el bocadillo no se lee porque sale por detrás de este elemento o personaje.

Hay algunos movimientos que hace el personaje que pueden resultar confusos para el usuario. Que el personaje se mueva de casilla cuando crece o encoje, o que, si el personaje desaparece, no vuelva a aparecer ni dándole al botón de volver al inicio, puede causarle al usuario frustración y bloqueo.

A partir de las respuestas de los expertos, en una primera instancia se descarta la propuesta de poder seleccionar y editar los movimientos de varios personajes al mismo tiempo. Aunque esta opción podría ser personalizable y podría limitarse el número de personajes que se pueden editar de forma paralela, esta opción le puede entorpecer más que ayudar a una persona con TEA. Implementarla implicaría tener

que hacer los iconos y el escenario más pequeños y añadir más elementos dentro de la interfaz que podrían distraer al usuario.

4.1.3. La pantalla de edición principal

En lugar de la paleta de colores que aparece en la parte izquierda de la pantalla, podría aparecer un icono que indique que ese botón sirve para cambiar el color de la rejilla. Además de ser confuso que haya una paleta y que al pulsarla tan sólo aparezcan tres colores, no se entiende que ese botón sirve para cambiar el color de la rejilla.

Los sonidos que se reproducen deben ser acordes a la acción que hace que se reproduzcan. En algunas casos, el *feedback* auditivo es el mismo para acciones distintas; como, por ejemplo, el colocar y el eliminar un bloque.

Siempre que haya un *feedback* auditivo que dé algún tipo de instrucción dentro de la aplicación, el usuario debe ser capaz de poder volver a reproducirlo. Es el caso de tener el *feedback* que le lee al principio de la tarea las instrucciones de la misma. Actualmente no existe ningún botón que le permita al usuario volver a reproducir ese audio.

4.1.4. Edición de escenarios

Falta algún tipo de *feedback* que le indique al usuario qué escenario es el actual. Una buena opción es la idea que aportan los participantes de esta prueba de tener seleccionado por defecto el escenario actual al abrir esta pantalla.

A lo largo de la aplicación, hay algunos ejemplos de botones que no deberían estar disponibles o visibles si no se puede hacer nada con ellos en ese momento. Es el

ejemplo del botón de editar: no se puede editar ningún escenario si no se selecciona uno, sin embargo, el usuario puede pulsar este botón en cualquier momento. Cuando no hay ninguno seleccionado, se crea un escenario nuevo. Sería más intuitivo si hubiera un botón de añadir escenario para llevar a cabo esta acción.

Al usuario se le deben dar facilidades para volver sobre sus pasos y para deshacer lo que ha hecho. En el caso de la pantalla de edición de la apariencia de un escenario, no existe ningún botón para cancelar la edición por completo. Si el usuario quiere revertir sus cambios debe hacerlo uno a uno. Por ello, se propone que en la parte superior haya un botón para cancelar la edición y que, a continuación, aparezca una ventana que le pregunte al usuario si está seguro de descartar todos los cambios.

Las ideas que dan los participantes con respecto a esta pantalla de edición de apariencia también son mejoras a tener en cuenta. El botón seleccionado por defecto al entrar en esta pantalla debería ser el pincel como ocurre en otros editores. No tiene sentido que el seleccionado por defecto sea el mover y el vectorizar cuando no hay ningún elemento en la pantalla. Además, hay problemas con la exclusión entre botones que deberían revisarse.

Que un mismo botón realice dos acciones puede no ser intuitivo, y más si estas acciones no están relacionadas del todo entre sí. Es mejor dividir las acciones en dos botones diferentes como es el caso del botón que permite mover y vectorizar objetos dentro del escenario.

4.1.5. Mejoras generales

Según indican los participantes de esta prueba y avalan los expertos en TEA, los botones de confirmación y de cancelación indicados con un *tic* o una “X” se reconocen mejor cuando siguen el estándar de colores; verde y rojo respectivamente.

La navegación dentro de la aplicación puede resultar difícil ya que el usuario no sabe en qué pantalla se encuentra en cada momento. No hay ningún icono ni ningún letrero que le indique al usuario en qué pantalla está. Debería haber algún indicador, como puede ser un nombre descriptivo para cada pantalla, para que el usuario no se pierda navegando por la aplicación y sepa dónde se encuentra en cada momento y qué es lo que puede hacer en cada pantalla.

Tanto los usuarios de esta prueba como los usuarios mayores de 60 años destacan que el *feedback* auditivo es demasiado rápido, sobre todo al dar instrucciones. Además de poder volver a reproducir las instrucciones, sería bueno disminuir la velocidad de estos audios o, al menos, que esta velocidad sea personalizable.

4.2. Cuestionario a personas expertas

La mayoría de las preguntas de esta prueba estaban orientadas a secundar u oponerse a las mejoras que propusieron los usuarios no expertos en TEA del *thinking aloud*.

Además de ver las opiniones sobre los aspectos antes mencionados, con los resultados de estas pruebas se muestra que hay varios factores clave a la hora de diseñar una aplicación para personas con TEA que se repiten en las distintas respuestas. El que más se repite es la capacidad de personalización de las aplicaciones. Dada la amplitud del espectro, resulta esencial el poder personalizar la aplicación en función de las necesidades de cada usuario. Un *feedback* adecuado también es importante. Tanto el visual como el auditivo ayudan al usuario a entender qué es lo que está pasando dentro de la aplicación y qué es lo que deben realizar o lo que se espera de ellos.

Hay otro factor que se repite: los elementos se comporten como el usuario espera. Por ello, las metáforas usadas, los elementos, los iconos y las imágenes deben ser reconocibles y entendibles por el usuario. No debe haber muchos estímulos al mismo tiempo ni se le deben dar estímulos que no entienda al usuario, ya que eso le causará confusión y frustración.

Tras la realización de las encuestas, también se aprecia que hay algunas propuestas aportadas por los expertos de la primera prueba que podrían ser contraproducentes en el caso de una aplicación orientada a personas con TEA. Cabe destacar aquí la importancia de un buen asesoramiento por expertos en el sector a la hora de diseñar este tipo de aplicaciones.

4.3. Pruebas con usuarios

En esta sección, se procede a discutir los resultados obtenidos a partir de las pruebas con usuarios para cada una de las variables vistas en el capítulo anterior.

4.3.1. Tiempos en la ejecución de las tareas

En este apartado, se discutirán los resultados vistos en las gráficas y diagramas del capítulo anterior. El análisis que aquí se realiza se basa en la comparación de los resultados entre los usuarios y entre las distintas tareas. Además, se trata de comprobar el efecto que el *feedback* tiene en los usuarios.

Tras la exposición de los resultados, se puede afirmar en una primera instancia, que las tareas son de dificultad incremental, como se muestra en la figura 3.13.

En la figura 3.14, se ve que el rendimiento de los usuarios es similar, aunque

a los dos últimos usuarios les costaron más algunas de las tareas. Coincide con lo observado durante las pruebas, ya que a estos usuarios les costó algo más entender las instrucciones y encontrar los bloques necesarios para resolver las tareas.

Todos los usuarios, exceptuando el primero, presentan grandes efectos de aprendizaje. En el diagrama de la figura 3.15, se puede apreciar la diferencia de tiempos que hay entre la ejecución del primer bloque de tareas y del segundo. Independientemente del bloque por el que el usuario empieza, con o sin *feedback*, se ve que, en general, los usuarios tardan menos tiempo en realizar las tareas del segundo bloque. Dado que las tareas de ambos bloques son de dificultad similar, y la mitad de los usuarios ha empezado resolviendo uno de los bloques y la otra mitad el otro, se puede afirmar que existe un aprendizaje por parte de los usuarios entre los dos bloques.

4.3.2. Tiempos en la prueba de funciones ejecutivas

Antes de la realización de las tareas, los usuarios realizaron un *test* de funciones ejecutivas. Este test validó que todos los usuarios estaban dentro de los parámetros normales que marca TMT. Una primera hipótesis que se puede plantear es que, dado que el desarrollo del pensamiento computacional ayuda al desarrollo de las funciones ejecutivas de una persona, aquellos usuarios con mejores tiempos en el *test* TMT tendrían mejores tiempos a la hora de realizar las tareas.

En la figura 3.16, se puede apreciar la relación entre los tiempos que obtuvieron los usuarios a la hora de realizar el *test* TMT y a la hora de llevar a cabo las tareas. La hipótesis inicial se cumple solo en el *test* B de TMT, sin embargo, se observa que esta relación no se cumple debido a una anomalía derivada de los resultados del usuario 4. Esta anomalía no es preocupante, dado que, durante la ejecución de la prueba, se observó que este usuario tuvo una equivocación y tuvo que volver atrás

en sus pasos para enmendarla. Tras esto, se puede afirmar que aquellas personas que tienen sus funciones ejecutivas más desarrolladas son más habilidosas a la hora de interaccionar con la aplicación *Blue Thinking*.

Cabe destacar que, atendiendo únicamente al *feedback* y no al factor de aprendizaje, se puede observar que los usuarios tardan más tiempo en realizar las tareas cuando tienen realimentación. Esto puede ser debido a que le tienen que prestar atención a un estímulo más, la realimentación auditiva. Mientras que con ausencia de *feedback* mueven los bloques más rápidamente; cuando éste está presente, esperan a que la voz termine para colocar el siguiente bloque.

4.3.3. Número de bloques

En cuanto al número de bloques que utilizan los usuarios, se ve que, en general, los usuarios llegan a soluciones con un número de bloques parecidos, salvo los usuarios 4 y 5 que se exceden algo más. Estos resultados se pueden apreciar en el diagrama de la figura 3.17. También se ha apreciado en el caso del número de bloques el efecto del aprendizaje en los usuarios. De media, se han usado menos bloques en la resolución de las tareas del segundo bloque, es decir, las soluciones propuestas por los usuarios han sido más eficientes en el segundo bloque de tareas, independientemente de si éstas eran con o sin *feedback*.

4.3.4. Número de intentos

Se ha observado a la hora de realizar las pruebas que el número de intentos difería mucho de unos usuarios a otros, como se ve en la figura 3.18. Se cree que esta variabilidad depende mucho de la personalidad de los usuarios. Aquellos usuarios

más impulsivos, ponían todos los bloques de una vez y posteriormente le daban al *play* para obtener el resultado. Sin embargo, otros usuarios le daban al *play* sabiendo que aún no habían completado la tarea para comprobar que, hasta ese punto, iban por buen camino. Pese a esta gran variabilidad, se ha observado que en este caso la presencia o ausencia de *feedback* sí afecta en los resultados.

También se puede comprobar en la figura 3.19 que el número de intentos es mayor cuando no hay *feedback* que cuando sí lo hay; salvo en la primera tarea, donde uno de los usuarios utilizó más intentos que el resto en por ser la primera vez que utilizaba la aplicación. Cabe destacar el caso de la tarea 3, donde la diferencia es mayor. Esta tarea es la del laberinto, donde el *feedback* visual es más notorio ya que va marcando el camino que se va siguiendo. Todos los usuarios salvo uno necesitaron dos intentos para la consecución de esta tarea cuando no precisaban de realimentación visual. Sin embargo, todos los usuarios salvo una excepción, resolvieron el laberinto a la primera cuando sí tenían *feedback*.

4.3.5. Número de preguntas

Al analizar el número de preguntas que han llevado a cabo los distintos usuarios, en la gráfica 3.20 se ve que la cantidad de preguntas totales que realiza cada usuario es similar, salvo en el caso del usuario 5. Cabe destacar que este usuario era el más mayor y el que menos experiencia tenía en el manejo de las tecnologías. En la gráfica 3.21, se ve el efecto que tiene el aprendizaje en ellos. Existe una clara tendencia en los usuarios a realizar menos preguntas a medida que interaccionan con la aplicación.

4.3.6. Análisis de sentimientos

En cuanto al análisis de sentimientos, en una primera instancia se realizó un cuestionario que planteaba los sentimientos y expectativas del usuario antes de utilizar la aplicación. Se quería ver lo receptivas que estaban estas personas antes de comenzar la prueba. Como se muestra en la gráfica de la figura 3.22, los usuarios estaban animados y, sobre todo, sentían curiosidad por qué era lo que iban a tener que hacer, es decir, los usuarios partían de una base anímica positiva antes de comenzar a realizar las distintas tareas.

En las figuras 3.23 y 3.24, se observan los resultados de las preguntas realizadas al finalizar cada bloque de tareas. Si bien es verdad que no hay gran diferencia entre los sentimientos al finalizar las tareas con o sin *feedback*, sí se denota que en las tareas con *feedback* sintieron más impotencia y frustración porque en ocasiones no entendían el propio *feedback*. Además, se destaca que todos los usuarios valoraron con la puntuación máxima el sentimiento de concentración. Con esto vemos que las tareas han sido lo suficientemente complicadas como para que los usuarios estén atentos y concentrados pero sin llegar a ser demasiado difíciles como para que se bloqueen o se frustren. Por lo general, se aprecia que los usuarios tienen sentimientos positivos cuando interaccionan con la aplicación. Finalmente, al analizar las respuestas de la última pregunta a desarrollar, se ve que el *feedback* visual ha ayudado a la mayoría de usuarios aunque es cierto que uno de ellos no lo entendió y a otro le confundían los colores. Los participantes del *thinking aloud* propusieron que apareciera una sombra del propio personaje, sin embargo, los expertos en TEA descartaron esta idea; dado que es difícil que una persona con TEA entienda que esa sombra no es otro personaje sino una proyección de aquel que está editando. Debería revisarse si la forma de destacar los cuadrados y los colores de los mismos son adecuados.

4.4. Resumen

Para concluir este capítulo, se recopila un resumen de algunos de los aspectos generales que se han visto dentro de la discusión de los resultados de las pruebas. En cada fila del cuadro 4.1, se presentan distintos aspectos y en las columnas se indica si estos aspectos se han visto gracias a las pruebas de *thinking aloud* (TA), a los cuestionarios (CU) o a las pruebas con usuarios (PU).

| Aspecto | TA | CU | PU |
|--|----|----|----|
| Existen algunos elementos dentro de la aplicación que no son coherentes. | X | X | X |
| Existen iconos y metáforas que no son intuitivas. | X | | X |
| Existen sonidos iguales para acciones contrarias. | X | | X |
| Algunos movimientos de los personajes son confusos. | X | | X |
| La adecuación del <i>feedback</i> es esencial en una aplicación para personas con TEA. | | X | |
| El <i>feedback</i> auditivo no es adecuado. | X | | X |
| Los usuarios tardan más en realizar las tareas cuando hay <i>feedback</i> auditivo. | | | X |

| Aspecto | TA | CU | PU |
|--|----|----|----|
| El <i>feedback</i> visual hace que los usuarios se confundan menos. | | X | X |
| La aplicación no tiene una fácil navegación. | X | | |
| El aprendizaje de la aplicación es sencillo | X | | X |
| Las personas con mejores funciones ejecutivas realizan mejor las tareas. | | | X |

Cuadro 4.1: Resumen de la discusión

Capítulo 5

Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se tratarán las conclusiones del proyecto, así como las líneas de trabajo que se pueden seguir en un futuro. Para ello, en primer lugar, se recapitularán las cuestiones de investigación que se planteaban al principio de esta memoria, en el capítulo 2.1. Una vez vistas estas preguntas, se procederá a exponer las posibles líneas de trabajo futuras y, finalmente, se aportará una conclusión más personal.

- ¿Está adaptada la aplicación *Blue Thinking* para personas con TEA?

La aplicación fue diseñada desde un primer momento orientada a estas personas. Para su diseño y desarrollo se contó con la ayuda de especialistas en el sector. Además, como se menciona en el capítulo 1, se realizaron diversas pruebas de la aplicación, de donde se destacan las realizadas en la Asociación Astrade de Murcia y en la Asociación Autismo Burgos.

Pese a estar adaptada para personas con TEA, haber detectado puntos de mejora y haber reimplementado algunas partes de la aplicación a partir de los resultados de las pruebas realizadas, a la luz de los resultados obtenidos se

puede afirmar que *Blue Thinking* todavía tiene ciertos problemas de usabilidad y de accesibilidad.

- ¿Qué aspectos de la aplicación se podrían mejorar?

Cuando un usuario nuevo empieza a interaccionar con la aplicación, sí que ha habido problemas de usabilidad y accesibilidad que han dificultado su experiencia, incluso han necesitado ayuda en un primer momento. Al continuar interaccionando con la aplicación, estos casos estos problemas se han visto suplidos por el aprendizaje del propio usuario. La aplicación tiene algunos aspectos de mejora relacionados con la navegabilidad de la aplicación, la coherencia y consistencia de la misma, la familiaridad, los estímulos y el *feedback* que le da al usuario y algunos aspectos de la personalización. Si bien es cierto que se han encontrado diversos puntos de mejora, también se ha visto que en general estos puntos de mejora no son tan graves como para impedir que los usuarios lleven a cabo sus tareas. En la sección 4.1, se plantean diversos puntos de mejora de la aplicación de forma detallada.

- ¿Cómo influye el *feedback* de la aplicación en los usuarios?

- ¿Tardan menos tiempo en hacer las tareas con o sin *feedback*?

Se ha comprobado que los participantes de la prueba a personas mayores de 60 años tardaron más tiempo en realizar las tareas cuando recibían una realimentación por parte de la aplicación. Este resultado tiene sentido ya que los usuarios empleaban tiempo en atender al *feedback* que les daba la aplicación.

Dado que la complejidad de las tareas no era muy alta y tardaron escasos minutos en realizar cada una de ellas, se podría pensar que el *feedback* retrasará el tiempo que tarda el usuario en realizar correctamente una

tarea. Sin embargo, también se ha visto que, cuando reciben realimentación por parte de la aplicación, realizan menos intentos hasta llegar al resultado final. En el caso de tareas pequeñas, el tiempo de ejecución de las acciones de los bloques desde que el usuario le da al *play* hasta que se da cuenta de que ha cometido un error es insignificante. Sin embargo, el *feedback* podría ahorrarle tiempo al usuario a la hora de enfrentarse a tareas más complejas que requieran más tiempo para su consecución.

- ¿Se confunden menos veces con o sin *feedback*?

Como se acaba de citar en respuesta a la cuestión anterior, los usuarios emplean un menor número de intentos cuando se enfrentan a una tarea y la aplicación les proporciona una realimentación.

Durante la realización de las pruebas se ha observado que, en el caso de estos usuarios, el *feedback* visual ha sido más útil que el auditivo. La mayoría de los errores por los que han tenido que volver a emplear más intentos han sido por no han calcular bien mentalmente en qué posición terminaba el personaje tras ejecutar un conjunto de bloques. Por el contrario, cuando el usuario tenía una realimentación visual por parte de la aplicación, no tenía que llevar una cuenta de casillas mentalmente, conocía a ciencia cierta la posición final del personaje tras la ejecución de los bloques que había puesto hasta el momento.

- ¿El *feedback* que da la aplicación es adecuado?

Dada la ayuda aportada por el *feedback* visual, se puede afirmar que este es adecuado. Sin embargo, la mayoría de los usuarios destacan negativamente el *feedback* auditivo. Esta realimentación es repetitiva en el caso de los bloques de movimiento; ya que indica reiteradamente la acción de cada bloque con el que el usuario interacciona, al tocarlo, al cogerlo, al soltarlo y al editarlo. Además, la voz va demasiado rápido y en ocasiones

no se entiende lo que dice.

También hay *feedback* auditivo al comenzar una tarea, pero éste comienza a reproducirse inmediatamente después de abrir el proyecto y a una velocidad demasiado alta como para que el usuario lo entienda. Esto podría ser suplido si el usuario tuviera alguna forma de volver a escuchar estas instrucciones y si se pudiera personalizar la velocidad de la voz.

- ¿Es intuitiva y fácil de aprender a manejarla?

A la luz de los resultados, se puede afirmar que existe un alto grado de aprendizaje en los usuarios. Además, este aprendizaje se da en un corto período de tiempo, por lo que, salvando algunas preguntas recurrentes en los usuarios que necesitaron de un apoyo externo para ser resueltas, es fácil y rápido familiarizarse con la aplicación.

- ¿Es tan personalizable como se desearía?

La aplicación le permite al profesor personalizar la realimentación que le proporciona al usuario, así como los proyectos a los que cada estudiante tiene acceso. También se pueden personalizar cada uno de los proyectos y el color de los cuadrantes dentro de los mismos.

Tiene un alto grado de personalización, pero podrían personalizarse algunos aspectos más que no se han tenido en cuenta. Además de la personalización del *feedback* auditivo descrito antes, también podrían personalizarse los colores del visual. El número de personajes y la división de estos mismos en categorías también podría personalizarse.

Para aquellos usuarios que están aprendiendo a utilizar la aplicación o que tienen un nivel inferior, la cantidad de bloques que tiene la aplicación podría ser excesiva. Podrían no ser visibles para algunos usuarios todos los menús ni

todos los bloques. El profesor podría seleccionar qué elementos necesita para la realización de la tarea o qué menús y bloques son adecuados para mostrarse dependiendo del estudiante.

A continuación, se hablará sobre las líneas de trabajo futuro que se pueden seguir. Dada la situación actual, se ha podido contar con un número reducido de usuarios en cada una de las distintas pruebas. Pese a que las pruebas eran más cualitativas que cuantitativas, se podrían ampliar el número de usuarios en futuras evaluaciones.

Dadas las posibles mejoras que se han visto, se podría valorar a partir de una evaluación heurística [7] qué funcionalidades se deben implementar y cuáles son más prioritarias para mejorar la usabilidad y la accesibilidad de la aplicación. A continuación, se procedería a rediseñar y realizar una reimplementación de la aplicación teniendo en cuenta estos puntos. Una vez desarrollada una nueva versión de la aplicación, se podrían realizar de nuevo una evaluación de la misma para validar si, en efecto, estas funcionalidades son beneficiosas para el usuario y para buscar nuevos aspectos de mejora.

Este proceso es iterativo. Una vez se ha realizado el desarrollo de una nueva versión de la aplicación, esta debe ser evaluada para comprobar si las nuevas funcionalidades causan los efectos esperados en los usuarios y para observar qué necesidades puede seguir teniendo el usuario cuando interacciona con ella.

Durante la ejecución de la última prueba a los distintos usuarios se observó que la forma que tenían de interaccionar con la aplicación tenía mucha relación con la personalidad de cada uno de ellos. Aquellas personas más impulsivas comenzaban a realizar las tareas sin haber terminado de leer las instrucciones y empleaban un mayor número de intentos. Por otro lado, las personas más analíticas leían bien lo que se les pedía antes de comenzar a resolver la tarea y realizaban más preguntas.

Las personas que tendían más al perfeccionismo trataban de dar la solución más óptima: en la que se empleaban menos bloques. Mientras que a las personas menos minuciosas les bastaba con conseguir una solución, fuera cual fuese.

Tras la observación de estos patrones de comportamiento, resultaría interesante realizar una línea de trabajo más relacionada con la psicología y la personalidad de los usuarios. Para este experimento, se necesitaría un mayor número de personas y se podían tener en cuenta los mismos parámetros que en la prueba con usuarios mayores de 60 años. Sin embargo, en este experimento habría que realizarle un *test* de personalidad a cada usuario y relacionar los resultados de éste con los tiempos, intentos, número de bloques y número de preguntas.

Para responder al las preguntas planteadas, se llevaron a cabo dos pruebas y unas entrevistas con tres tipos de participantes muy distintos. En las primeras fases del diseño de una aplicación, se debe tener en cuenta los puntos de vista de todas las partes: diseñadores y desarrolladores y usuarios finales. En el caso de las aplicaciones orientadas a ser usadas por personas con algún tipo de NEE, puede ser complicado obtener su opinión en una primera instancia. Por ello, siempre se debe contar personas técnicas, psicólogas, piscopedagogas, y demás expertos en el área.

En estos casos, llevar a cabo pruebas con los usuarios finales también resulta fundamental. Esto es importante a la hora de diseñar cualquier tipo de aplicación, pero más aún si está orientada a un grupo específico de la población, que puede tener ciertas barreras a la hora de interaccionar con la aplicación en cuestión. Como se ha comprobado, es posible que haya cuestiones que las personas encargadas del desarrollo y del diseño y las personas expertas en el ámbito de TEA no hayan tenido en cuenta. Con pruebas cualitativas con pequeños grupos de usuarios, como las que se han realizado en este proyecto, se podrían conocer muchos datos de la aplicación y detectar posibles mejoras en la usabilidad y la accesibilidad del producto.

Bibliografía

- [1] *Accessibility: Usability for all*. URL: <https://www.interaction-design.org/literature/article/accessibility-usability-for-all> (visitado 25-08-2020).
- [2] Karen Brennan y Mitchel Resnick. *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Inf. téc., pág. 1.
- [3] Sheryl Burgstahler. *Universal Design: Process, Principles, and Applications How to apply universal design to any product or environment*. Inf. téc. URL: [www.uw.edu/doit/..](http://www.uw.edu/doit/)
- [4] Camila Assis de Faria, Heloisa Veiga Dias Alves y Helenice Charchat-Fichman. *Extra Time: 10 lessons for an Ageing World*. 2019.
- [5] Camila Assis de Faria, Heloisa Veiga Dias Alves y Helenice Charchat-Fichman. «The most frequently used tests for assessing executive functions in aging». En: *Dementia e Neuropsychologia* 9.2 (jul. de 2015), págs. 149-155. ISSN: 19805764. DOI: 10.1590/1980-57642015dn92000009. URL: [/pmc/articles/PMC5619353/?report=abstract%20https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5619353/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5619353/?report=abstract%20https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5619353/).

- [6] Jakob Nielsen. *Discount Usability: 20 Years*. Sep. de 2009. URL: <https://www.nngroup.com/articles/discount-usability-20-years/> (visitado 25-08-2020).
- [7] Alba de Pedro López. *Diseño de la interacción en aplicaciones educativas para personas con Trastorno del Espectro del Autismo*.
- [8] Mitchel Resnick y col. «"Digital fluency" should mean designing, creating, and remixing, not just browsing, chatting, and interacting». En: 52.11 (2009). DOI: 10.1145/1592761.1592779. URL: <http://scratch.mit.edu>.
- [9] Estefanía Roldán, Diego Mateu y Pedro Perales. «Diagnóstico de las Necesidades de Formación en Inteligencia Emocional y en Educación Inclusiva de Docentes de Educación Infantil del Municipio de Aldaia». En: *Revista de Educación Inclusiva* 9.1 (2017). ISSN: 1989-4643.
- [10] Valerie J. Shute, Chen Sun y Jodi Asbell-Clarke. *Demystifying computational thinking*. Nov. de 2017. DOI: 10.1016/j.edurev.2017.09.003.
- [11] Blue Thinking Team. *Blue Thinking*. URL: <http://bluethinking.es/>. (última visita: 30 de diciembre del 2019, 10:42).
- [12] *The Assessment of Older People with dementia and depression of CALD Backgrounds: A review of current practice and the development of guidelines for Victorian ACAS (undertaken by NARI, 2011)*. Inf. téc.
- [13] *Trail Making Test (TMT) Parts A & B*. Inf. téc. URL: <http://apps.usd.edu/coglab/schieber/psyc423/pdf/IowaTrailMaking.pdf>. (última visita: 10 de mayo del 2020, 18:33).
- [14] *What is Accessibility?* URL: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/accessibility> (visitado 25-08-2020).

- [15] Jeannette M. Wing. *Computational Thinking*. 2006. URL: <https://www.cs.cmu.edu/%7B~%7D151110-s13/Wing06-ct.pdf> (visitado 25-05-2020).
- [16] *Wisconsin Card Sorting Task (WCST)*. URL: <https://www.psytoolkit.org/experiment-library/wcst.html> (visitado 14-07-2020).

Anexos

Anexo A

Cuestionario a personas expertas

En este anexo se exponen la descripción, las instrucciones y las preguntas que contenía el cuestionario que se elaboró y compartió para ser contestado por personas expertas en TEA cuyas respuestas se han expuesto en esta memoria.

A.1. Descripción

En este formulario se presentan una serie de preguntas que servirán de apoyo en la realización del Trabajo Fin de Máster de Alba de Pedro López, estudiante de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid.

El objetivo es recopilar información clave que guíe la evaluación posterior de la usabilidad de la aplicación Blue Thinking. Esta aplicación permite a personas con Trastorno del Espectro del Autismo, de aquí en adelante TEA, aprender programación mientras ejercitan y fortalecen sus funciones ejecutivas. Se trata de una aplicación muy visual y accesible cognitivamente.

Sin embargo, podrían mejorarse algunos aspectos de la misma, sobre todo aquellos relacionados con el feedback que esta aplicación le da al usuario. Para una mejor evaluación se quiere contar con el apoyo y la opinión de expertos en el área, es por ello que se han elaborado las preguntas que se encuentran en el presente formulario.

A.2. Instrucciones

En este formulario encontrará diferentes preguntas que tienen relación con la interacción de personas con TEA con una aplicación y con el feedback que ésta le da al usuario. Las preguntas serán sobre aspectos relacionados con el diseño de la aplicación *Blue Thinking*.

Conteste las siguientes preguntas de la forma más detallada posible.

En cada pregunta indique si considera que la respuesta puede ser diferente dependiendo del nivel del usuario dentro del espectro y detalle la respuesta según el nivel.

Muchas gracias de antemano por compartir su tiempo y conocimiento.

Si tiene cualquier duda o comentario puede enviarlos a *****@gmail.com

A.3. Preguntas

■ Perfil personal

- ¿Su perfil profesional está más relacionado con psicopedagogía o con tecnología?

- Años de experiencia profesional
- Años de experiencia trabajando en el área TEA
- Aspectos específicos de BlueThinking
 - En la siguiente pantalla se puede ver una papelería a la que se pueden arrastrar elementos ¿Podría confundir el usuario esta papelería con un botón? ¿Qué reacción puede causar en el usuario con TEA la existencia de un botón que no realiza ninguna acción?

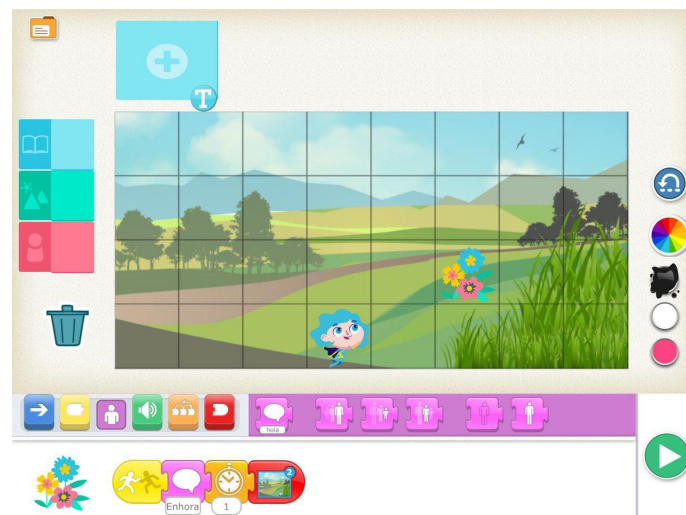


Figura A.1: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* utilizada en el cuestionario a expertos

- ¿Cree que los botones de aceptar y cancelar deberían ser del mismo color o deberían ir acompañados de un color verde y rojo respectivamente?

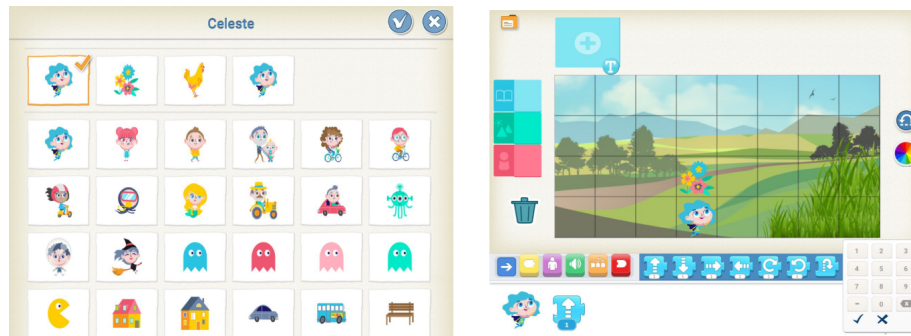


Figura A.2: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* utilizada en el cuestionario a expertos

- Imagine un menú de elementos que permita añadir a un escenario (personajes, plantas, objetos, edificios, etc.) ¿cree que sería mejor tener una única lista de elementos o dividirlos por categorías? ¿Por qué?
- Imagine un escenario con elementos, ¿cree que sería mejor poder mantener pulsado un elemento y que aparezca una “X” en la parte superior para eliminarlo o arrastrarlo hacia una papelera?
- Imagine que el usuario puede definir una lista de acciones a los elementos del escenario (moverse, saltar, girar, hablar, etc.). Tras iniciar la ejecución, ¿cree que debería indicarse la acción de la lista que se está ejecutando en cada momento? Por ejemplo, que se resalte el bloque de saltar de la lista en el momento en el que el personaje está saltando.
- Imagine que varios elementos del escenario tienen acciones asignadas que se ejecutarán a la vez. ¿Cree que deberían indicarse todas las acciones que se están ejecutando al mismo tiempo o tan solo las acciones en ejecución del elemento que esté seleccionado? Por ejemplo, si hay varios personajes realizando acciones, que en la parte inferior se muestren los personajes y las acciones que se están realizando en cada momento de forma paralela,

o bien, solo la acción del personaje seleccionado.

- En caso de creer que deben indicarse varias acciones que se estén ejecutando de forma simultánea, ¿cuál cree que es el número máximo de acciones que pueden ejecutarse al mismo tiempo según el nivel de TEA? Si hay muchos personajes realizando acciones al mismo tiempo, puede que visualizarlas todas a la vez cause confusión y no ayude al usuario. Se podría seleccionar un número acotado de personajes antes de ejecutar para visualizar en la parte inferior las acciones que ejecutan dichos personajes.
- ¿Qué reacción puede causar en el usuario con TEA un comportamiento inesperado de un elemento del escenario a la hora de ejecutar la lista de acciones?
- Para evitar comportamientos inesperados, ¿cree que sería bueno añadir una previsualización de la ejecución de las acciones al añadir una acción nueva a la lista? Por ejemplo, una sombra idéntica al personaje o elemento, que cuando se añada una acción a la lista ejecute dicha acción para que el usuario vea las consecuencias de añadir dicha acción a la lista.
- ¿Cree que debería resaltarse en el escenario el elemento sobre el que el usuario está trabajando editando su lista de acciones? ¿Por qué?
- Dado que se pueden añadir varios elementos iguales al escenario, ¿cree que deberían diferenciarse por su nombre? Si es así, ¿cree que el usuario debería poder cambiar el nombre del elemento?

Anexo B

Tareas de la prueba con usuarios

En este anexo se muestran las tareas que llevaron a cabo cada una de las personas mayores de 60 años que participó en el experimento de evaluación de la aplicación *Blue Thinking*.

Las tareas se componen de un escenario ya creado y unas instrucciones. El usuario debe seguir las instrucciones que se le indican para la consecución de la tarea. Estas instrucciones están escritas y tienen un apoyo visual con pictogramas como se ve en las capturas. Además, en el caso de las tareas con *feedback*, la aplicación lee las instrucciones al abrir la tarea, dándole al usuario un apoyo auditivo.

Estas tareas se dividen en tareas con *feedback* y sin él. Dentro de esta división, las tareas tienen un nivel similar de dificultad, existiendo cierto paralelismo entre las tareas con y sin *feedback*. A continuación, se muestran las instrucciones de cada una de las tareas, así como una captura de pantalla del escenario.

B.1. Tareas sin *feedback*

- Tarea 1:
 - Lleva a Celeste hacia las flores.

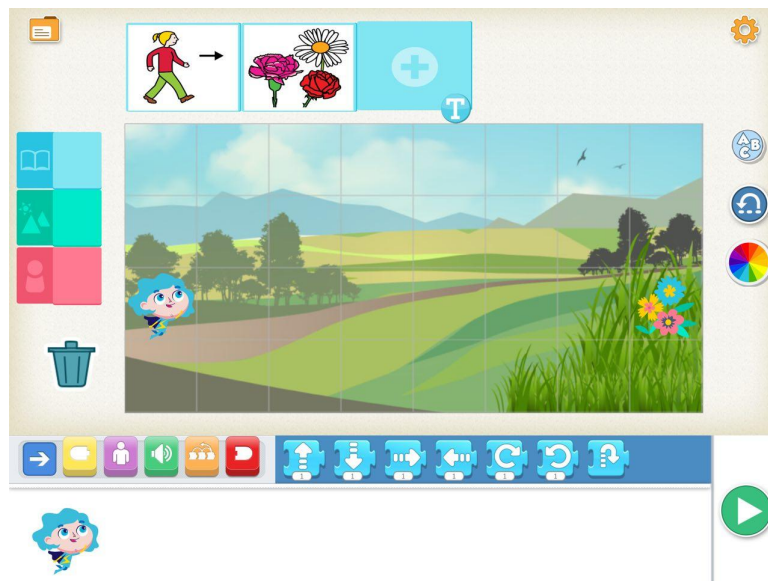


Figura B.1: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 1 sin *feedback*

- Tarea 2:
 - Lleva el coche hasta el semáforo.
 - Espera 3 segundos.
 - Llévalo hasta el final de la carretera lo más rápido que puedas.

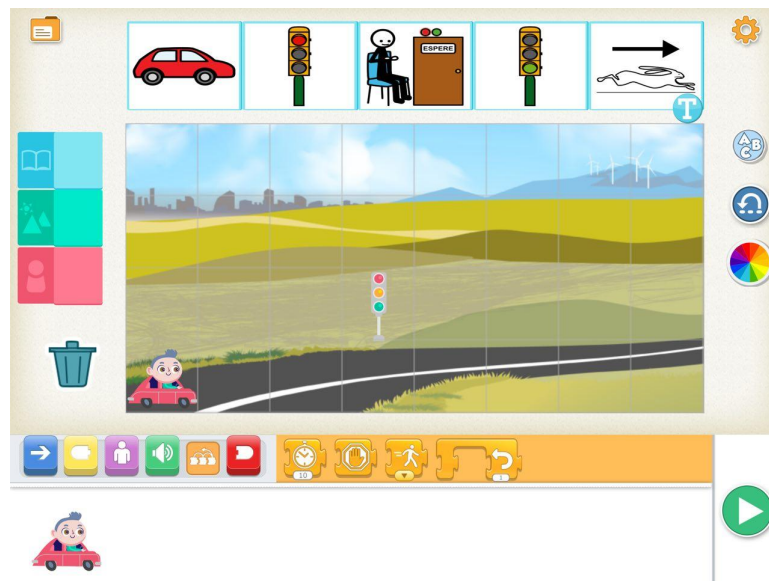


Figura B.2: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 2 sin *feedback*

- Tarea 3:
 - Resuelve el laberinto.



Figura B.3: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 3 sin *feedback*

■ Tarea 4:

- Lleva a Celeste hasta las flores.
- Cuando llegue deberá decir “He llegado”, esperar 3 segundos y dar una vuelta sobre sí misma.

Figura B.4: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 4 sin *feedback*

■ Tarea 5:

- Haz que los dos se encuentren en el medio de la piscina.
- Haz que salten al agua y caigan hasta el fondo.
- El niño llegará antes al fondo porque caerá más rápido.

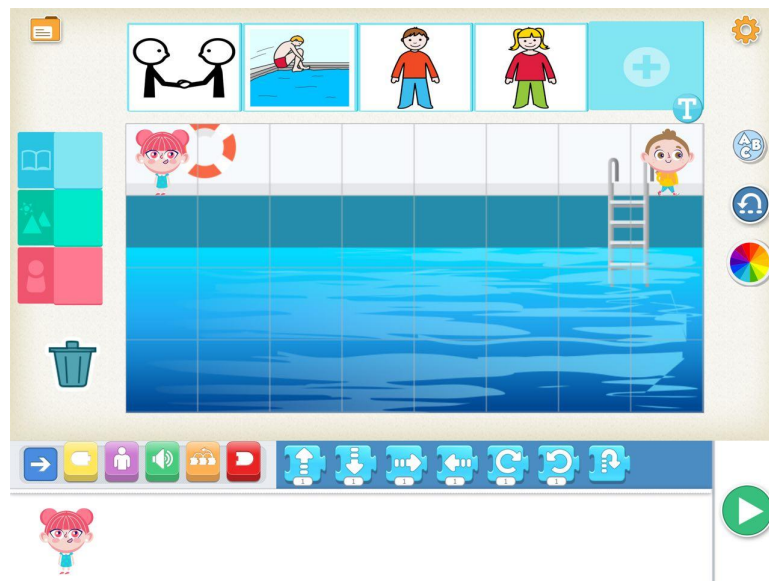


Figura B.5: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 5 sin *feedback*

B.2. Tareas con *feedback*

- Tarea 1:
 - Lleva a Celeste hacia las flores.



Figura B.6: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 1 con *feedback*

■ Tarea 2:

- Celeste camina hasta que se encuentra con un fantasma.
- Se para y dice “¡Qué susto!”.
- Celeste corre hasta el final del escenario.

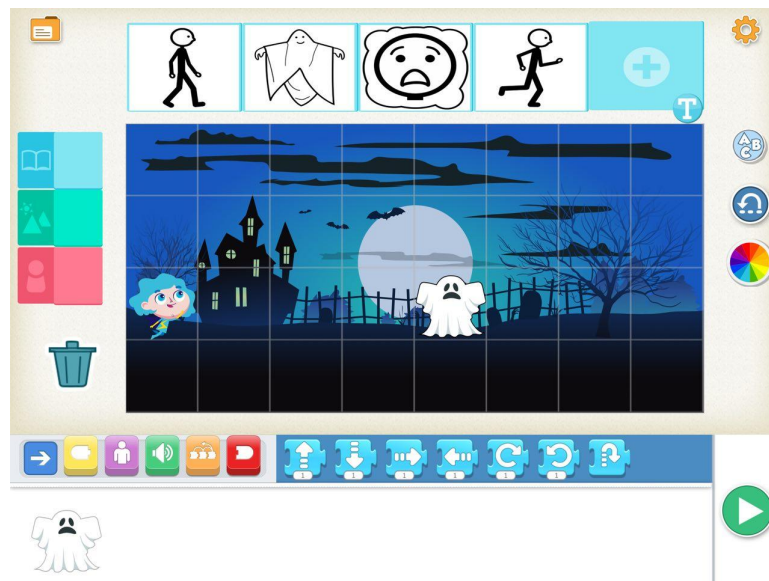


Figura B.7: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 2 con *feedback*

■ Tarea 3:

- Resuelve el laberinto.

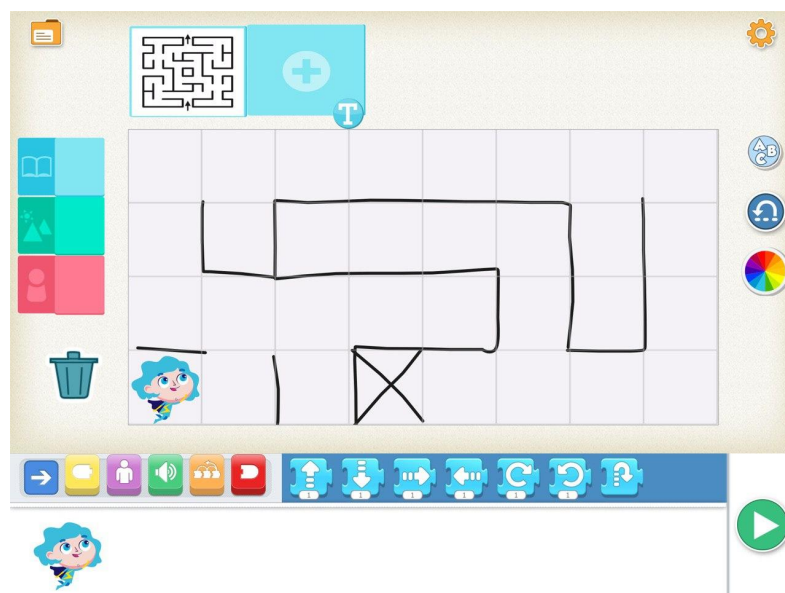
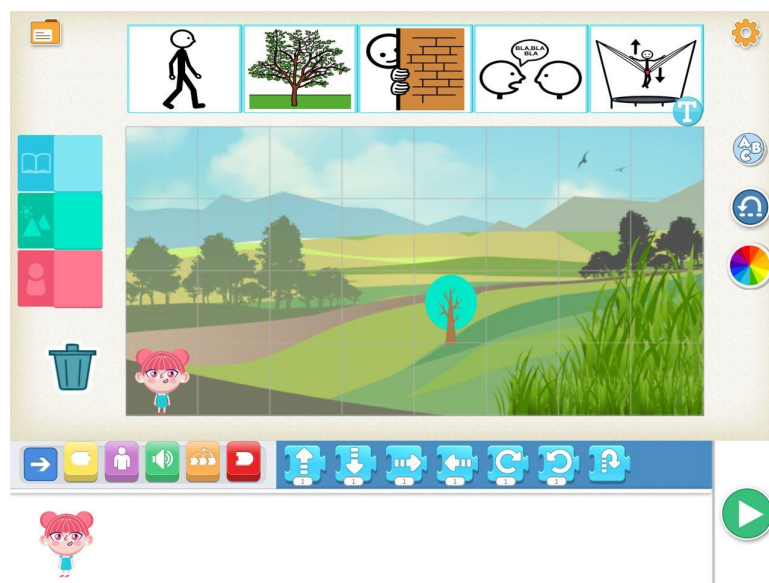


Figura B.8: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 3 con *feedback*

■ Tarea 4:

- Lleva a la niña hasta el árbol.
- La niña desaparece detrás del árbol.
- Tras 3 segundos sale diciendo: “¡Estaba escondida!”
- Salta 5 veces.

Figura B.9: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 4 con *feedback*

■ Tarea 5:

- Echa una carrera entre dos vehículos.
- Ganará el coche rojo.
- Ambos saltarán a la vez cuando los dos hayan llegado al final.



Figura B.10: Captura de la pantalla de *Blue Thinking* tarea 5 con *feedback*